

Paul Westrich

Die Wildbienen

Baden-Württembergs

Allgemeiner Teil



Ulmer

Es gibt außer der Honigbiene des Imkers noch unzählige andere, durchweg wildlebende Bienenarten, wie z.B. Mauerbienen, Sandbienen, Pelzbienen und Hummeln. Diese Wildbienen sind vielen noch kaum bekannt, weil es seit langem an einer Gesamtdarstellung ihrer Biologie mangelt. In dem vorliegenden zweiteiligen Werk wird diese hochinteressante Insektengruppe erstmals in einer umfassenden und reich illustrierten Form behandelt. Damit wird eine seit Jahrzehnten bestehende Lücke geschlossen.

In diesem Grundlagenwerk sind schwerpunktmäßig die Wildbienen Baden-Württembergs bearbeitet. Aber auch außerhalb Südwestdeutschlands ist es eine einzigartige Fundgrube für jeden, der mehr über die einheimischen Wildbienen, ihre Lebensweise und ihre Rolle im Naturhaushalt wissen will.

Im Allgemeinen Teil berichtet Dr. Westrich ausführlich und in verständlicher Sprache über die Lebensräume der Wildbienen, über ihre Brutfürsorge und Nestbauten, über Nutznießer und Gegenspieler sowie über die gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen Bienen und Blüten. Er analysiert die Gefährdungsursachen, stellt eine »Rote Liste der gefährdeten Arten« auf und beschreibt notwendige Schutzmaßnahmen. Der Spezielle Teil führt kurz in die Wildbienenkunde ein und enthält faunistisch-ökologische Beschreibungen der über 500 Arten der Bundesrepublik Deutschland. Diese »Steckbriefe« sind nach Gattungen und Arten alphabetisch geordnet und enthalten alles Wissenswerte über Verbreitung, Lebensräume, Nistweise, Blütenbesuch, Flugzeit und Bestandessituation. Für die meisten Arten Baden-Württembergs wird die Verbreitung auch in Form von Punktrasterkarten dokumentiert.

Das Werk ist mit 496 Farbfotos ausgestattet, die nicht nur von hoher Qualität sind, sondern auch einen besonderen wissenschaftlichen Wert haben: Zahlreiche Arten, Verhaltensweisen und Nestbauten sind in diesem Buch erstmals im Foto dargestellt.

Die hochspezialisierten Wildbienen reagieren empfindlich auf Beeinträchtigungen ihres Lebensraumes. Durch Entzug ihrer Nistplätze und Nahrungsquellen sind viele Arten von einem starken Rückgang betroffen. So will dieses Buch auch für die Erhaltung dieser bedrohten Insekten und ihrer Lebensräume werben.

Doppel April
14. 90
Lorden

Die Wildbienen Baden-Württembergs
Allgemeiner Teil

Im Rahmen des Artenschutzprogrammes Baden-Württemberg
Die Herausgabe erfolgte in Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Umweltschutz
Baden Württemberg – Institut für Ökologie und Naturschutz –

Paul Westrich

Die Wildbienen Baden-Württembergs

Allgemeiner Teil: Lebensräume,
Verhalten, Ökologie und Schutz

Mit einem Geleitwort
von Minister Erwin Vetter

496 Farbfotos und
396 Verbreitungskarten



Mit Unterstützung
der Stiftung
Naturschutzfonds!

Sämtliche Farbfotos von Paul Westrich
REM-Aufnahmen (Seite 276) von P. Pfundstein
und W. Send

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Westrich, Paul:

Die Wildbienen Baden-Württembergs : [im Rahmen des
Artenschutzprogrammes Baden Württemberg] / Paul Westrich.
Mit e. Geleitw. von Erwin Vetter. [Sämtl. Farbfotos: Paul
Westrich. Die Hrsg. erfolgte in Zusammenarbeit mit d.
Landesanst. für Umweltschutz Baden-Württemberg - Inst. für
Ökologie u. Naturschutz]. - Stuttgart : Ulmer.
ISBN 3-8001-3307-5

Allg. Teil. Lebensräume, Verhalten, Ökologie und Schutz. - 1989

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist
urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außer-
halb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes
ist ohne Zustimmung des Verlages und des Autors
unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für
Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfil-
mungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in
elektronischen Systemen.

Jede Übernahme von Rasterpunkten und Karten in
andere Rasterkarten bedarf der Zustimmung des
Verfassers: Dr. Paul Westrich, Bezirksstelle für
Naturschutz und Landschaftspflege Tübingen,
Nauklerstraße 56-58, D-7400 Tübingen

© 1989 Eugen Ulmer GmbH & Co.
Wollgrasweg 41, 7000 Stuttgart 70 (Hohenheim)
Printed in Germany
Einbandgestaltung: A. Krugmann, Freiberg am Neckar
Satz: Typobauer Filmsatz GmbH, Ostfildern-Scharnhausen

Inhalt

Vorwort	7
Zum Geleit	10
Einleitung	13

ALLGEMEINER TEIL

1 Das Untersuchungsgebiet	14
1.1 Lage, Größe und Grenzen Baden-Württembergs	14
1.2 Landschaftliche Gliederung	14
1.3 Gewässernetz	16
1.4 Höhenstufen	16
1.5 Geologie	17
1.6 Böden	17
1.7 Klima	19
1.8 Vegetation und Landnutzung	21
2 Die Lebensräume der Wildbienen	22
2.1 Moore	24
2.2 Schilfröhrichte	29
2.3 Feuchtgrünland	30
2.4 Wälder	31
2.5 Kahlschläge	36
2.6 Waldränder	37
2.7 Hecken und Feldgehölze	41
2.8 Zwergstrauchheiden	43
2.9 Fettwiesen und -weiden	46
2.10 Hochwasserdämme	53
2.11 Magerrasen trockenwarmer Standorte	59
2.12 Weinberge	65
2.13 Felsen und Abwitterungshalden	70
2.14 Binnendünen und Flugsandfelder	73
2.15 Küstendünen	76
2.16 Äcker und Feldkulturen	77
2.17 Brachen	81
2.18 Ruderalstellen	85
2.19 Weg- und Straßenränder, Bahndämme, Grabenböschungen	89
2.20 Sand-, Kies- und Lehmgruben	92
2.21 Steinbrüche	100
2.22 Hohlwege	101
2.23 Vegetationsarme und -freie und andere Kleinstrukturen	103
2.24 Siedlungsbereich	109

3 Die Lebensweise der Bienen	117
3.1 Allgemeine Aspekte	117
3.2 Lebensweise und Verhalten mittel-europäischer Bienen	127
4 Nutznießer und Gegenspieler der Bienen	239
4.1 Mikroorganismen	240
4.2 Fadenwürmer, Nematoda	241
4.3 Spinnen, Araneae	241
4.4 Milben, Acari	241
4.5 Ohrwürmer, Dermaptera	244
4.6 Käfer, Coleoptera	244
4.7 Fächerflügler, Strepsiptera	247
4.8 Schmetterlinge, Lepidoptera	248
4.9 Fliegen, Diptera	249
4.10 Hautflügler, Hymenoptera	251
4.11 Wirbeltiere, Vertebrata	262
4.12 Mensch, Homo sapiens	263
5 Bienen und Blüten	264
5.1 Zwecke der Blütenbesuche von Wildbienen	265
5.2 Biennahrung und Blütenprodukte	269
5.3 Bedeutung des Pollens für Bienen	275
5.4 Pollensammeln	277
5.5 Pollensammelverhalten	283
5.6 Bienen und Bestäubung	291
5.7 Konkurrenz zwischen Bienen	297
5.8 Die Nahrungspflanzen der Wildbienen	300
5.9 Liste der Pollenquellen	361
6 Rückgang und Gefährdung der Wildbienen	392
6.1 Natürliche Ursachen des Rückgangs	393
6.2 Gefährdung durch den Menschen	394
6.3 Rote Liste der Bienen	403
6.4 Ungefährdete Arten	407
7 Schutzmaßnahmen für Wildbienen	409
7.1 Rechtlicher Schutz	409
7.2 Schutz der Lebensstätten von Wildbienen	410
7.3 Neuschaffung von Wildbienen-Lebensräumen	412
7.4 Wiederansiedlung	413

7.5	Intensivierung der Forschung	413
7.6	Wildbienenschutz am Haus, im Garten und in der Schule	413
7.7	Zusammenfassung der wichtigsten Forderungen	430

SPEZIELLER TEIL

8	Stellung der Bienen unter den Hautflüglern	437
----------	---	-----

9	Körperbau der Bienen	438
9.1	Der Kopf	438
9.2	Das Bruststück	440
9.3	Die Flügel	440
9.4	Die Beine	440
9.5	Der Hinterleib	440

10	Systematik, Taxonomie und Nomenklatur	441
10.1	Systematik und Taxonomie	441
10.2	Nomenklatur	442

11	Methoden	444
11.1	Sammeln und Präparieren von Bienen	444
11.2	Bestimmung (Determination)	445
11.3	Pollenanalyse bei Wildbienen	446

12	Erforschung der Bienenfauna Baden-Württembergs	451
12.1	Überblick	451
12.2	Material	452
12.3	Artenspektrum	453
12.4	Faunistischer Vergleich einiger ausgewählter Gebiete	459

13	Steckbriefe	461
-----------	--------------------	-----

Literatur	891
Register	943

Vorwort

Dem Andenken meines Vaters gewidmet

Schon vor Jahrmillionen und lange vor dem Menschen haben Wildbienen auf der Erde gelebt. Innerhalb weniger Jahrzehnte hat es der Mensch geschafft, viele Arten durch Einengung, Zerstörung und Vergiftung ihrer Lebensräume auszurotten oder ihre Bestände stark zu dezimieren. Aufgrund dieser alarmierenden Situation wurde ich im Jahre 1983 vom Land Baden-Württemberg gebeten, die wissenschaftlichen Grundlagen für den Schutz von Wildbienen zu erarbeiten. Dies war eine einzigartige Chance für die Wildbienenkunde in unserem Land. Schließlich ergab sich hier die Möglichkeit, diese ökologisch sehr bedeutsamen, aber lange stark vernachlässigten Hautflügler wieder stärker ins Bewußtsein der Öffentlichkeit zu bringen. Als eine ganz besondere Herausforderung empfand ich es, daß geplant war, die Ergebnisse meiner Arbeit in Form eines Grundlagenwerkes zum Artenschutzprogramm zu veröffentlichen. Da es seit Jahrzehnten an einer Naturgeschichte der Wildbienen in deutscher Sprache mangelt, hatte ich mir zum Ziel gesetzt, auch diese Lücke so gut wie möglich zu schließen.

Beim Schreiben erwies es sich oft als schwierig, dem Anspruch eines wissenschaftlichen Werkes, das gleichzeitig auch für naturkundlich interessierte Laien noch verständlich und benutzbar ist, gerecht zu werden. Wo mir dies inhaltlich oder von der Art der Darstellung nicht gelungen ist, bitte ich um entsprechende Kritik und Verbesserungsvorschläge. Auch für Hinweise auf Fehler bin ich dankbar. Ich habe mich bemüht, möglichst viel Literatur zu berücksichtigen und die Resultate von fünfzehn Jahren der Beschäftigung mit Wildbienen vollständig einzubringen. Bei der Fülle des Stoffes war es dennoch oft unvermeidlich, auf Details zu verzichten und sich auf das Wesentliche zu beschränken. Die bereits in vielen Büchern ausführlich beschriebene Honigbiene war nicht Thema dieses Buches; sie wurde aber, wo es aus Vergleichsgründen notwendig war, berücksichtigt.

Mancher Benutzer hat vielleicht erwartet, daß dieses Werk auch Bestimmungsschlüssel enthält. Wer sich näher mit Wildbienen befaßt, wird bald einsehen, daß ein ausreichend illustriertes Bestimmungswerk aufgrund der großen Formenfülle der

Bienen viele Jahre intensiver Arbeit erfordert. In der mir zur Verfügung stehenden Zeit war es nicht möglich, zusätzlich noch diese dringend notwendige Aufgabe zu übernehmen.

Die Verbreitung aller Arten lückenlos zu erfassen, war nicht möglich, zumal die Kartierung, die nie ganz abgeschlossen ist, nur eine von vielen Aufgaben war. Bei dem gravierenden Rückgang der Wildbienen war eine Dokumentation zum jetzigen Zeitpunkt aber weitaus wichtiger, als durch zusätzliche und zeitraubende Gelände- und Bestimmungsarbeit ein noch genaueres Ergebnis zu erzielen und die Veröffentlichung der bereits vorliegenden Daten dadurch möglicherweise zu gefährden. Mangelhaft ist auch unsere Kenntnis über die Lebensweise der Wildbienen. Die Informationsfülle dieses Buches darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß wir mit der Erforschung der Wildbienen-Biologie und -Ökologie erst am Anfang stehen. So ist dieses Werk als Grundlage für weitere und unbedingt notwendige Untersuchungen zu verstehen; denn von den meisten Arten wissen wir noch viel zu wenig, und wir sollten sie erforschen, solange sie noch nicht ausgerottet sind.

Mein Ziel war es stets, möglichst viele Menschen für Wildbienen zu interessieren. Die Farbfotos mögen ausdrücken, was nicht in Worte zu fassen war und Neugierde und Begeisterung für die Wildbienen wecken. Ohne diesen emotionalen Bezug hat meiner Meinung nach der Artenschutz langfristig keine Chance. Für viele Bienenarten kommen Schutzmaßnahmen noch nicht zu spät. So hoffe ich, daß dieses Buch dazu motiviert, sich für Wildbienen und ihre Erhaltung einzusetzen.

Ohne vielfältige Hilfe hätte dieses Werk nicht entstehen können. Mein Dank gilt zunächst den staatlichen Stellen. Die finanzielle Unterstützung im Rahmen des zweiten Untersuchungs- und Forschungsprogramms des Landes Baden-Württemberg hat die Vorarbeiten für dieses Werk und seine textliche Bearbeitung ermöglicht. Herr Ltd. Ministerialrat W. Bauer hat sich für die Finanzierung meiner Untersuchungen eingesetzt. Der Umfang und die bildliche Ausstattung des Buches wurde erst durch entsprechende Unterstützung von Seiten der Stiftung Naturschutzfonds beim Ministerium

für Umwelt Baden-Württemberg (UM) möglich. Dem Stiftungsrat, namentlich seinem Vorsitzenden Herrn Minister Dr. E. Vetter, und dem Geschäftsführer Herrn Ministerialrat Dr. E. Heiderich, sei ganz herzlich für diese Förderung gedankt. Herr Ministerialrat Dr. S. Künkele (UM) und Herr Ltd. Regierungsdirektor Dr. U. Kühl (Landesanstalt für Umweltschutz) haben sich fortwährend um die Realisierung der Grundlagenwerke zum Artenschutzprogramm bemüht. Vor allem Herr Dr. Künkele hat sich sehr für das Wildbienen-Projekt engagiert. Auch der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Tübingen und ihrem Leiter, Herrn Dr. W. Krahl, danke ich für die Unterstützung in den vergangenen Jahren. Herr Dr. J.-U. Rixen hat meine Forschungen stets mit großem Interesse verfolgt. Das Landesvermessungsamt hat die Druckvorlagen für die Verbreitungskarten zur Verfügung gestellt. Den Mitarbeitern der Informationsabteilung der Universitätsbibliothek Tübingen danke ich für die Beschaffung zahlloser Publikationen.

Allen Mitarbeitern des Botanischen Gartens der Universität Tübingen unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. F. Oberwinkler danke ich für die tatkräftige Unterstützung meiner blütenökologischen Studien. Vor allem Dr. K. Dobat, J. Frantz, W. Dittrich, E. Fuhrer, K.-H. Märkle und nicht zuletzt W. Steinmeyer hatten für meine Pflanzenwünsche immer ein offenes Ohr.

Zahlreiche Kollegen, Bekannte und Freunde, auch wenn sie hier leider nicht alle genannt werden können, haben mir in vielfältiger Art und Weise geholfen und zum Gelingen dieses Werkes beigetragen. Herr Prof. Dr. G. Preuß gab mir den entscheidenden Anstoß zur Beschäftigung mit Hautflüglern. Ihm gebührt nach wie vor mein ganz besonderer Dank. Herr Prof. Dr. K. Schmidt hat mich in die Taxonomie und Systematik der Hautflügler eingeführt und mir mit Vergleichsmaterial und vielen Tips über die ersten Hürden hinweggeholfen. Wesentliche Teile des Buches und dessen Konzeption habe ich mit ihm durchgesprochen. Einen Großteil des Textes hat er kritisch gelesen. Für all dies danke ich ihm ganz herzlich.

Einige Spezialisten haben mir wertvolle taxonomische, nomenklatorische oder faunistische Ergebnisse ihrer eigenen Arbeit zur Verfügung gestellt und dieses Buch inhaltlich bereichert. Danken möchte ich vor allem Herrn Dr. H. Dathe (*Hylaeus*), Herrn Dr. D. S. Peters (Megachilidae) und Herrn M. Schwarz (*Nomada*). Herr Dr. W. Grünwaldt (*Andrena*) hat mich in großzügiger Weise mit Literatur versorgt und viele taxonomische Fragen

mit mir besprochen. Herr A. W. Ebmer hat den Text über Halictidae im Speziellen Teil kritisch gelesen und ergänzt und mir immer wieder Mut gemacht, mein Vorhaben in der geplanten Weise fortzuführen.

Für die Unterstützung bei der Durchsicht, Bearbeitung und Ausleihe des Materials aus öffentlichen Sammlungen und die Einsicht in Tagebücher danke ich Dr. E. Diller, G. R. Else, Dr. G. Feustel, F. Gusenleitner, Dr. H. Hohmann, Dr. F. Koch, Prof. Dr. A. Kolb, Dr. J. P. Kopelke, Dr. K.-H. Lampe, Dr. P. Lögler, Dr. F. Malec, Dr. T. Osten, Prof. Dr. R. U. Roesler und Dr. J. R. Walther. Für die Hilfe bei der Untersuchung von Pollenpräparaten möchte ich Herrn Dr. G. Vorwohl danken. Herr Prof. Dr. F. Habermalz hat mir ein Mikroskop zur Verfügung gestellt. P. Pfundstein und W. Send danke ich für die Anfertigung der REM-Aufnahmen von Pollen. Herr Dr. K. Epplé hat mich bodenkundlich beraten. G. Eickwort gab mir Literaturhinweise und stellte mir ein unveröffentlichtes Manuskript über das Pollensammeln der Bienen zur Verfügung.

Für die Möglichkeit, Sammlungsmaterial zu bearbeiten, die Überlassung von Vergleichsmaterial und faunistische oder biologische Angaben danke ich M. Ayasse, G. Baldovski, Dr. H. Bellmann, J. Braun, Dr. F. Brechtel, G. Dahl, T. Dittmar, D. Doczkal, Dr. P. Düwecke, W. Friedrich, R. Gauss, H.-J. Greiler, Prof. Dr. V. Haeseler, H. Hilpert, E. Jansen, O. Jäger, M. Klatt, Dr. A. Kratochwil, A. Krebs, D. Krüger, A. Krüß, P. Kunz, Prof. Dr. J. Leclercq, V. Lefebvre, R. Leys, Dr. P. Miotk, F. Nusser, Prof. Dr. H. Paulus, J. Plant, H. Riemann, S. Risch, K. Schmid, C. Schmid-Egger, M. Schön, K.-H. Schwammberger, H.-J. Schwenninger, K. Schrammeyer, E. Senf, B. Smith, M. Sorg, H. Stadelmaier, B. Tkalců, R. Treiber, Dr. K. Warncke, C. Weller, Prof. Dr. P. Wirtz, H. Wolf, E. van der Zanden, Dr. K.-D. Zinert und F. Zmudzinski. Herr A. Müller hat den Text über die Lebensräume der Wildbienen kritisch gelesen. Für zahlreiche fruchtbare Diskussionen über Probleme des Artenschutzes danke ich Dr. W. Epplé, Dr. J. Meineke und Dr. M. Witschel.

Herr Dr. G. Schmid hat als Schriftleiter durch seine redaktionelle Betreuung und Veröffentlichung meiner Forschungsergebnisse wertvolle Pionierarbeit für dieses Buch geleistet.

Herr Dr. E. Steinmann zeigte mir die Nistplätze verschiedenster Bienen und überließ mir eine ganze Reihe von interessanten Nestern. Ebenso stellte mir Herr F. Amiet Nester und eigene Beobachtungsergebnisse zur Verfügung und nannte mir bedeut-

same Wildbienen-Vorkommen. Ohne ihre Hilfe wäre manches Foto nicht entstanden.

Herr Dr. C. Westerkamp hat sich viel Zeit genommen, um mit mir blütenökologische Fragen zu diskutieren. Er machte mich auf wichtige Publikationen aufmerksam und half mir großzügig bei der Abfassung des blütenökologischen Kapitels.

Der Verlag Eugen Ulmer hat das Werk mit großer Sorgfalt und einem hohen Anspruch an Gestaltung und Bildwiedergabe betreut. Für die gute Zusammenarbeit danke ich vor allem Herrn D. Kleinschrot sowie Herrn Dr. S. Volk und dem Verleger, Herrn R. Ulmer.

Danken möchte ich auch meiner Mutter, meinen Geschwistern und Herrn Dr. G. Conrad, die mir stets eine wichtige Stütze waren. Meiner Lebensgefährtin Lucy Hofmann danke ich für ihre engagierte und selbstlose Hilfe bei der Abfassung und Korrektur des Manuskriptes, für die Anfertigung sämtlicher Verbreitungskarten und für ihre unendliche Geduld. Mein Vater Ludwig Westrich († 1957) hat mir schon als Kind auf gemeinsamen Wanderungen die Augen für die Natur geöffnet. Seinem Andenken widme ich dieses Buch.

Tübingen, Februar 1989

Paul Westrich

Zum Geleit

Nach Band 1 der »Avifauna« und dem »Flechten-atlas« liegt mit den »Wildbienen« ein weiteres Grundlagenwerk zum Artenschutzprogramm des Landes Baden-Württemberg vor.

Die Bundesartenschutzverordnung vom 19. 12. 1986 hat alle heimischen Arten von Bienen und Hummeln unter besonderen Schutz gestellt. Dennoch ist die faszinierende Welt der Wildbienen weiterhin unbekannt. Zu Unrecht, wie dieses zweibändige Werk aufzeigen soll. In der Bundesrepublik Deutschland kommen rund 500 Arten von Wildbienen vor, davon allein bei uns in Baden-Württemberg 429 Arten. Aus der ganzen Welt sind bisher mehr als 20000 verschiedene Bienenarten beschrieben worden.

Während die seit Jahrtausenden gezüchtete Honigbiene für die meisten Menschen der Repräsentant der Bienen schlechthin ist, gehören die Wildbienen zu den Sorgenkindern eines Umweltministers, denn sie sind von einem besorgniserregenden Arten- und Bestandsrückgang betroffen. Über die Hälfte der Arten steht bereits auf der »Roten Liste der gefährdeten oder vom Aussterben bedrohten Arten«. Die Wildbienenfauna unseres Landes weist mit 28 ausgestorbenen Arten schon empfindliche Lücken auf. Es ist daher höchste Zeit, daß für Wildbienen gezielte Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

Die letzte zusammenfassende Darstellung über heimische Wildbienen ist im Jahre 1923, also vor 65 Jahren erschienen. Das vorliegende Werk schließt nicht nur eine seit langem bestehende Lücke, sondern schafft erstmals die Voraussetzungen für ein Wildbienen-Schutzprogramm. Dieser Schutz muß jetzt den Lebensräumen der Wildbienen gelten.

Die Bestäubungstätigkeit der Wildbienen bildet ein unersetzliches »Ökologisches Rückgrat« vieler Lebensräume, auf das wir aus Gründen der Ernährungsvorsorge und der Erhaltung einer artenreichen Tier- und Pflanzenwelt nicht verzichten können. Auch wenn die Honigbiene zweifellos eine wichtige Bestäuberin ist, so kann sie die ökologischen Funktionen der Wildbienen nur teilweise ersetzen.

Um den gesetzlichen Schutz gewährleisten und Erhaltungsmaßnahmen ergreifen zu können, muß

man die Arten, ihre Verbreitung und ihre Lebensansprüche kennen. In der Wahl des Nistplatzes und der Nahrungsquellen sind viele Bienenarten hochspezialisiert. Sie reagieren besonders empfindlich auf Beeinträchtigungen ihres Lebensraumes und sind daher wichtige Bioindikatoren.

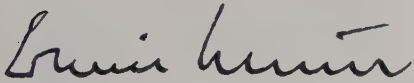
Mit diesem Buch wird ein nach Inhalt und Ausstattung außergewöhnliches Werk vorgelegt. Es liefert die wissenschaftlichen Grundlagen für den Arten- und Biotopschutz von Wildbienen. Diese reichhaltige Informationsquelle kann darüber hinaus bei Zoologen, Entomologen, Bienenkundlern, Imkern, Gartenliebhabern, Botanikern, Ökologen, Agrar- und Forstwissenschaftlern, Naturschutzfachleuten und -behörden, Biologiestudenten, Lehrern und allen naturkundlich Interessierten Verwendung finden. Ich bin sicher, daß die beiden Bände auch unsere Jugend ansprechen und mithelfen werden, sie als aktive Naturschützer zu gewinnen.

Mit seinen rund 500 hervorragenden Farbfotos ist das Werk eine einzigartige Fundgrube für jeden, der mehr über unsere heimischen Wildbienen und ihre Rolle im Naturhaushalt wissen will. Die farbigen Abbildungen sind nicht nur für jeden Benutzer eine wichtige Information, sie haben auch einen besonderen wissenschaftlichen Wert: Zahlreiche Arten, Verhaltensweisen, Nestbauten und die Brutfürsorge der Wildbienen sind in diesem Buch erstmals im Foto dargestellt. Die hervorragende bildliche Ausstattung soll nicht zuletzt dazu beitragen, sich von der bunten Vielfalt der Wildbienen und den hochinteressanten Phänomenen ihrer Lebensweise faszinieren zu lassen und den Wissenschaftler wie den Naturfreund zur näheren Beschäftigung mit dieser Insektengruppe und ihren Lebensräumen anregen.

Das Buch wirbt mit der Natur für die Natur und will so eine breite Öffentlichkeit für den notwendigen Schutz dieser bedrohten Lebewesen gewinnen.

Dank der finanziellen Unterstützung durch die »Stiftung Naturschutzfonds« war es möglich, dieses Standardwerk besonders preiswert zu präsentieren. Dieser Stiftung fließt auch wieder der Nettoerlös zu, denn gewinnen soll allein die unserem Schutz anvertraute Schöpfung.

Mein Dank gilt allen, die beim Zustandekommen dieses Werks beteiligt waren. Ganz besonders bedanke ich mich beim Autor Dr. Paul Westrich. Er hat mit diesem Buch und seinen bestechenden Fotos ein einmaliges Werk vorgelegt, das ihm nach meiner Überzeugung weit über die Grenzen der Bundesrepublik Deutschland hinaus höchste Anerkennung verschaffen wird.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Erwin Vetter', written in a cursive style.

Dr. Erwin Vetter
Minister für Umwelt
Baden-Württemberg

Einleitung

Es ist allgemein bekannt, daß es verschiedene Arten von Käfern oder Schmetterlingen gibt. Mit dem Begriff »Bienen« assoziieren die meisten Menschen aber nur eine einzige und ganz bestimmte Insektenart und zwar die Honigbiene des Imkers. Tatsächlich gibt es außer der Honigbiene noch unzählige andere Bienenarten, die aber meist nicht von Laien als solche erkannt, sondern mit Wespen, Fliegen oder mit der Honigbiene verwechselt werden. Weil diese Bienen in der Regel nicht wie die Honigbiene gehalten und gezüchtet werden, sondern wildlebende Insekten sind, nennen wir sie »Wildbienen«. Zu ihnen gehören auch die allgemeiner bekannten Hummeln.

Allein in Mitteleuropa kennen wir rund 700 Wildbienen-Arten. Aus der Bundesrepublik Deutschland sind über 500 Arten, aus Baden-Württemberg 429 Arten bekannt. Weltweit wurden bisher sogar mehr als 20000 verschiedene Bienenarten nachgewiesen.

Die Wildbienen gehören zu den Hautflüglern (Hymenoptera), der in Deutschland artenreichsten Insektenordnung. Innerhalb der Hautflügler zählen die Bienen (Apoidea) zu den Stechimmen (Hymenoptera Aculeata), zu denen u. a. auch die Ameisen sowie die Grab-, Weg- und Faltenwespen gerechnet werden. Daß sie mit den Wespen verwandt sind, kommt auch in der früher gebräuchlichen Bezeichnung »Blumenwespen« zum Ausdruck.

Es ist höchste Zeit, daß Wildbienen einen höheren Bekanntheitsgrad erlangen und Schutzmaßnahmen ergriffen werden, bevor die bereits erheblich geschwächte Fauna durch die Ausrottung weiterer Arten noch größere irreparable Lücken aufweist. Schließlich kommt den Wildbienen eine hohe Bedeutung im Naturhaushalt zu. Nicht nur die Honigbiene sorgt nämlich dafür, daß z.B. Obstbäume Früchte und Blumen Samen bilden. Gerade die Wildbienen bestäuben aufgrund ihrer großen Artenfülle, ihrer weiten Verbreitung und ihren vielfältigen Anpassungen zahlreiche Wild- und Nutzpflanzen. Der Gesetzgeber hat sie wegen dieser unersetzlichen Bestäuberfunktion in ihrer Gesamtheit unter Schutz gestellt. Die Wildbienen bedürfen also unserer besonderen Aufmerksamkeit, und an ihrer Erhaltung sollte uns allen sehr gelegen sein.

Das vorliegende Buch will Laien wie Wissenschaftlern, Schülern und Studenten wie Lehrern, Botanikern wie Zoologen, kurz, allen naturkundlich Interessierten einen Einblick in die Biologie und Ökologie der einheimischen Wildbienen geben. Darüber hinaus soll es die Grundlagen für den Schutz dieser Insektengruppe liefern.

Aus vorwiegend praktischen Gründen wurde das Buch in zwei Teile gegliedert. Im Allgemeinen Teil soll den Fragen nachgegangen werden: Wo finden wir Wildbienen und welche Ansprüche stellen sie an ihren Lebensraum? Wie leben sie? Welche Beziehungen haben sie zu Blüten und wie sind Blüten und Bienen aneinander angepaßt und voneinander abhängig? Welche tierischen Organismen profitieren von Wildbienen oder benötigen diese zu ihrer eigenen Existenz? Wodurch sind Wildbienen gefährdet und was ist zu ihrem Schutz nötig? Der Spezielle Teil soll Hilfestellungen für eine Einarbeitung in die Wildbienenfauna geben und in Form knapp gefaßter »Steckbriefe« aller Arten der Bundesrepublik Deutschland die notwendigen Informationen über Verbreitung, Lebensräume, Nistweise, Blütenbesuch, Flugzeit, Gefährdung und Schutz bereitstellen. Ein umfangreiches Literaturverzeichnis ergänzt diesen Speziellen Teil.

Die Bienen sind eine hochinteressante Insektengruppe. Vor allem das Studium ihrer ungemein mannigfaltigen und stets von neuem beeindruckenden Lebensweise, ihrer Nestbauten wie ihrer Brutfürsorge, gehört zu den reizvollsten Kapiteln der Biologie überhaupt. Sich von diesen Phänomenen faszinieren zu lassen und selbst auf Entdeckungsfahrt im Reich der Wildbienen zu gehen, nicht zuletzt dazu möchte dieses Buch und seine bildliche Ausstattung anregen.

1 Das Untersuchungsgebiet

Das eigentliche Kartierungsgebiet, in dem auch der größte Teil der biologisch-ökologischen Untersuchungen durchgeführt wurde, umfaßt das Land Baden-Württemberg. Daher sollen zunächst die wichtigsten naturräumlichen, geologischen und klimatischen Gegebenheiten dargestellt werden, die für ein Verständnis der Verbreitung der Wildbienen in diesem Bundesland wichtig sind. Da sich viele Phänomene heutzutage selbst im wildbienenreichen Baden-Württemberg nur noch schwer oder – bei bereits ausgestorbenen Arten – überhaupt nicht mehr untersuchen lassen, wurden regelmäßig auch angrenzende und weiter entfernte Gebiete in Mittel- und Südeuropa zu Vergleichs- und Beobachtungszwecken aufgesucht. Die Vielgestaltigkeit und Größe Baden-Württembergs erschwert zwar einerseits eine systematische Faunen-Erfassung erheblich, läßt aber andererseits eine besonders interessante Wildbienenfauna erwarten.

Die folgenden Angaben orientieren sich im wesentlichen an GRADMANN (1956), WAGNER (1960), HUTTENLOCHER (1968), FEZER & MUUSS (1971), FEZER (1979), SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1976) sowie GEYER & GWINNER (1986). Kartographische Darstellungen zur Geologie, Geomorphologie, zur Vegetationskunde, zum Klima, zur Landnutzung, zur Bevölkerung, zum Verkehr und zur Verwaltungsgliederung finden sich auch bei HÖLZINGER (1981) und im Landschaftsrahmenprogramm Baden-Württemberg vom 3. Oktober 1983.

1.1 Lage, Größe und Grenzen Baden-Württembergs

Baden-Württemberg liegt im Südwesten der Bundesrepublik Deutschland und grenzt im Westen an Rheinland-Pfalz und Frankreich, im Süden an die Schweiz und im Osten und Norden an Bayern und Hessen. Mit einer Fläche von 35751 Quadratkilometern (ohne den Anteil des Landes am Bodensee) ist Baden-Württemberg das drittgrößte Bundesland. Natürliche Grenzen bilden der Rhein, der Bodensee und die Iller, auf kurzer Strecke im Norden auch der Main. Die Gestalt des Landes bildet grob

ein Rechteck. Die größte Nord-Süd-Entfernung beträgt rund 240 km, die größte Ost-West-Entfernung rund 190 km.

1.2 Landschaftliche Gliederung

Die besondere Eigenart Baden-Württembergs liegt in der reichen Vielfalt seiner natürlichen Ausstattung, aus der ein buntes Mosaik resultiert. Südwestdeutschland hat Anteil an zwei Großräumen, am Alpenvorland und am Oberrheinischen System. Letzteres besteht aus dem Oberrheinischen Tiefland, aus seinen hohen Randgebirgen, also dem Schwarzwald und dem Odenwald, und aus dem sich anschließenden Schichtstufenland, das von den Schwarzwald- und Odenwaldhöhen bis zur Schwäbischen und Fränkischen Alb reicht. Dieses Schichtstufenland wurde überwiegend vom Neckar und seinen Nebenflüssen, zum Teil auch von der Tauber, der Donau und der Wutach geformt.

Die »Stufenflächen« sind durch Steilanstiege, durch »Stufen«, gegeneinander abgegrenzt. Auf die Buntsandsteinflächen folgen dabei, vom Schwarzwald her, die Stufenflächen des Muschelkalks (Gäuplatten), die Keuperhöhen sowie die Flächen der Gesteine des Schwarzen und des Braunen Jura. Darüber erhebt sich der Steilanstieg der Alb mit seinen Weißjuraufelsen.

Bei der Abgrenzung von Landschaftsausschnitten wird häufig auf die Haupteinheiten der naturräumlichen Gliederung der Bundesrepublik zurückgegriffen (MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1953–1962). Naturraumgruppen Baden-Württembergs sind das voralpine Hügel- und Moorland, die Donau-Iller-Platten, das Oberrhein-Tiefland, das Hochrheingebiet, der Schwarzwald, die Schwäbische Alb, das Schwäbische Keuper-Lias-Land (Waldbergländer und Albvorland), die Neckar- und Tauber-Gäuplatten sowie der Odenwald und der Spessart (an den beiden zuletzt genannten Naturräumen hat Baden-Württemberg nur geringen Anteil). Die Verbreitung der Wildbienen Baden-Württembergs läßt jedoch in vielen Fällen keinen klaren Bezug zu dieser naturräumlichen Gliederung erkennen. Viel eindeutiger



Lage von Baden-Württemberg in Mitteleuropa
und Ausschnitt der Verbreitungskarten

sind die Beziehungen zu anderen Landschaftsfaktoren wie Höhenstufen, Klima, Böden und Vegetation. Im manchen Fällen werden zur Charakterisierung kleinerer Verbreitungsgebiete innerhalb Baden-Württembergs die Abgrenzungen daher etwas anders gefaßt.

1.3 Gewässernetz

Das Gewässernetz wird durch die Flußsysteme Rhein und Donau bestimmt, die durch die europäische Wasserscheide getrennt werden. Zum Einzugsgebiet des Rheins gehören die Gebiete des Neckars und des Mains.

Flußsysteme, wie Rhein und Donau waren für viele Bienenarten nach der Eiszeit bevorzugte Einwanderungswege. Eine in Baden-Württemberg fast ausschließlich in den großen Flußsystemen verbreitete Art ist die Sägehornbiene *Melitta nigricans*. Ihre Hauptvorkommen liegen in der Oberrheinebene. Auch einige auf Weiden spezialisierte Bienen wie die Seidenbiene *Colletes cunicularius* und die Sandbiene *Andrena vaga* sind schwerpunktmäßig in den Flußauen verbreitet.

1.4 Höhenstufen

Die große Spannweite der natürlichen Ausstattung Baden-Württembergs zeigt sich bereits in den reich gegliederten Höhenstufen und ihrer Verteilung. Höhere Lage wirkt sich nachteilig in den Klimaverhältnissen und damit auch für einen Großteil der Wildbienen aus. Die Verbreitung bestimmter Wildbienen steht damit auch in Beziehung zur Höhenlage.

Topographisch herausragende Gebiete sind der Schwarzwald, der Odenwald, die Schwäbische Alb und das Alpenvorland. Mit dem 1493 m hohen Feldberg erreicht der Schwarzwald die größten Mittelgebirgshöhen. Am Katzenbuckel steigt der Südrand des Odenwaldes bis 616 m üNN. Im Westen der Mittelgebirgskzüge des Schwarzwaldes und des Odenwaldes bricht die Oberrheinebene steil ab. Ihren tiefsten Punkt erreicht sie bei Mannheim mit 85 m üNN. Die Schwäbische Alb als drittes Mittelgebirge zieht nördlich der Donau quer durch den württembergischen Landesteil. Sie ist eine sehr geschlossene Landschaft, die einen steilen, felsigen Trauf am Nordrand hat und auf der Südwestalb mit dem Lemberg eine Höhe von 1015 m üNN erreicht.

Zwischen den Mittelgebirgen erstreckt sich das

südwestdeutsche Schichtstufenland. Im ihm sind die Gäulandschaften (bis über 700 m üNN) mit ihren beckenartigen Erweiterungen im Kraichgau (etwa 250–350 m üNN) und Neckarbecken (etwa 200 m üNN) sowie die im Osten daran anschließenden Schwäbischen Waldberge (bis zu 595 m üNN) die größten geographischen Einheiten.

Südlich der Donau beginnt das Alpenvorland. Seine höchsten Erhebungen liegen im südlichen Bereich im Hegau mit 848 m üNN (Hohenhöwen) und im württembergischen Allgäu mit 1119 m üNN (Adelegg).

Bei den Verbreitungskarten zeichnet sich die Höhenstufe 500 m üNN als eine deutliche Grenze in der Höhenverbreitung der Wildbienen ab. Daraus resultiert bei vielen Arten ein typisches Verbreitungsmuster, das im wesentlichen das Bodenseebecken, den Hochrhein, die Oberrheinebene mit den Schwarzwaldvorbergen, die nahezu gesamte nördliche Landeshälfte und das Albvorland bei Tübingen umfaßt. Schwarzwald, Schwäbische Alb und Oberschwaben springen daher deutlich als »weiße Flecken« im Verbreitungsmuster vieler Bienenarten ins Auge. (Im Norden des Landes treten Höhen über 500 m nur vereinzelt und inselhaft auf.) Solch eine Verbreitung hat z. B. die Langhornbiene *Eucera tuberculata*.

Wenn auch in den Verbreitungskarten die erste Höhenstufe bei 500 m üNN eingetragen ist, darf dies nicht zu der Annahme verleiten, daß alle Arten, die dieses Verbreitungsmuster zeigen, auch tatsächlich bis 500 m vorkommen. Es liegt keine scharfe Grenze vor. Die meisten dieser durchweg wärmeliebenden Arten sind nämlich nur bis 350 m oder 400 m verbreitet. Die Exposition spielt lokal natürlich auch eine große Rolle. Auf warmen Südhängen können 400 m eher überschritten werden als auf kühlen Nordhängen. Einige dieser wärmeliebenden Bienenarten (z. B. die Wollbiene *Anthidium oblongatum*) werden allerdings auch noch oberhalb 500 m angetroffen, aber nur an Orten, die als Wärmeinseln gelten. Eine solche Lokalität ist der Hohentwiel, der eine Höhe von 686 m erreicht und Deutschlands höchstgelegenen Weinberg trägt.

Bei erdnistenden Arten ist in einzelnen Fällen derzeit schwer zu sagen, ob die Meereshöhe oder die vorherrschenden Böden für die Verbreitung ausschlaggebend sind oder ob sich beide Faktoren möglicherweise addieren. Dies ist vor allem bei der Schwäbischen Alb der Fall, wo meist, aber nicht immer, ungünstigere Bodenverhältnisse als in anderen Landesteilen das Vorkommen vieler Bienenarten ausschließen, gleichzeitig aber auch größere Höhen erreicht werden.

1.5 Geologie

Der Gesteinsuntergrund ist in Baden-Württemberg sehr vielgestaltig und bedingt nicht nur reichhaltige Oberflächenformen, sondern hat auch Auswirkungen auf die Verbreitung vieler Bienenarten. Der geologische Aufbau des Landes wird durch die folgenden Gesteine bestimmt.

Das im Erdaltertum entstandene Grundgebirge (Urgestein) mit seinen Gneisen und Graniten tritt in weiten Teilen des Schwarzwaldes (gesamter Südschwarzwald, westlicher Teil des Nordschwarzwaldes) und im westlichen Odenwald zutage. Außerhalb dieser Gebiete wird das Grundgestein nahezu überall vom Deckgebirge überlagert. Nur in wenigen Talräumen des Nordschwarzwaldes, so bei Baden-Baden und Gernsbach, sind zwischen das Grundgebirge und den Buntsandstein die mächtigen Schuttmassen des Rotliegenden eingeschaltet.

Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper und Jura, die Gesteine des Erdmittelalters, schließen sich in einer Schichtenfolge vor allem im Osten und Südosten von Odenwald und Schwarzwald an und bilden das für Baden-Württemberg besonders charakteristische Schichtstufenland.

Der Buntsandstein grenzt hauptsächlich östlich des Schwarzwaldes und des Odenwaldes an das Grundgestein an. Ausgedehnte Buntsandstein-Hochflächen mit tief eingeschnittenen Tälern liegen im nördlichen Schwarzwald und im östlichen Odenwald. Der Buntsandstein besteht zwar weitgehend aus leicht verwitternden Sandsteinen, er enthält aber auch tonige Schichten.

Großflächigere Muschelkalk-Gebiete finden wir im nördlichen Kraichgau und in nordöstlicher Richtung im Bauland und im Taubergrund. Auch in den Tälern von Neckar (im Bereich des Neckarbeckens) und von Kocher und Jagst treten Muschelkalkschichten zutage. Auf den Muschelkalk folgt der Keuper, der im größten Teil des Kraichgaus, in den oberen Gäuen und in den Schwäbisch-Fränkischen Waldgebieten ansteht. Er setzt sich hauptsächlich aus Mergeln und Sandsteinen zusammen.

Der Jura umfaßt im wesentlichen den Bereich der Schwäbischen Alb, einschließlich Hegau und Baaralb, weitere Vorkommen gibt es auf den Fildern, im Schönbuch und in der südlichen Oberrheinebene. Die beiden unteren Schichten, Schwarzer und Brauner Jura, bestehen in der Hauptsache aus Tonen und Mergeln, zwischen die im Schwarzen Jura harte Kalke und Ölschiefer eingeschaltet sind. Darüber schließt sich der Weißjura an, der vorwiegend aus reinen Kalken besteht.

Im Tertiär, das zur Erdneuzeit gehört und in dem die Alpen entstanden, wurden der Oberrheingraben und das Alpenvorland durch tektonische Bewegungen abgesenkt. Marine (Meeres-), limnische (See-) und fluviatile (Fluß-) Ablagerungen und Aufschichtungen tertiärer, vor allem aber quartärer Herkunft, überdeckten die daraus hervorgegangenen Becken. Das Alpenvorland wurde hauptsächlich durch die Moränen und Schotterablagerungen der beiden letzten Eiszeiten geprägt. Der Kaiserstuhl, der Hegau und die mittlere Schwäbische Alb sind durch tertiäre Gesteine vulkanischen Ursprungs in besonderer Weise gekennzeichnet und geformt.

1.6 Böden

Überall dort, wo das Gestein nicht gerade offen zutage tritt, wird es durch Böden verschiedener Mächtigkeit überdeckt. Sie bestimmen zusammen mit dem Klima nicht nur die Vegetation und die Landnutzung, sondern weitgehend auch die Verbreitung von Wildbienen, insbesondere erdnistender Arten. Böden bilden sich weitgehend in Abhängigkeit vom Gesteinsmaterial unter Einfluß des Klimas und des Bodenlebens im Verlauf verschiedener sehr komplizierter Prozesse, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Man unterscheidet Bodenarten und Bodentypen.

Unter dem Begriff **Bodenarten** werden bestimmte Gemische verschiedener Korngrößenfraktionen der Bodenteilechen zusammengefaßt. Die unterschiedlichen Korngrößen erklären sich vor allem aus der Mineralgröße in den Ausgangsgesteinen bzw. der Größe der Gesteinsbruchstücke und dem Ausmaß der Verwitterung. Man unterscheidet zunächst die 3 Kornfraktionen Ton (Korngröße unter 0,002 mm), Schluff (0,002–0,063 mm) und Sand (0,063–2 mm). Alle Böden sind Mischungen dieser Grundbestandteile. Die Hauptbodenarten sind Sand-, Lehm- und Tonböden. Diese können weiter unterteilt werden durch die zusätzlichen Begriffe: tonig, schluffig, lehmig und sandig. So gibt es z. B. sandige Lehmböden, lehmige Tonböden oder lehmige Sandböden. Sand- und Tonböden zeichnen sich häufig durch den überwiegenden Anteil der entsprechenden Korngrößenfraktionen aus. Lehm ist eine Mischung aus Ton, Schluff und Sand. Lehmböden nehmen eine Mittelstellung zwischen den zwei anderen Bodenarten ein und haben einen Tongehalt von 15–35%.

Bei den Fraktionen größer als 2 mm wird auch die äußere Form berücksichtigt. Abgerundetes Material wird bei einem Korndurchmesser von

2–62 mm als Kies und von 63–200 mm als Geröll bezeichnet, eckig-kantiges Material von 2–6,3 mm als Grus und 6,3–200 mm als Steine, alle Korngrößen größer als 200 mm als Blöcke.

Die Verteilung der jeweiligen Korngrößen spielt für die Besiedlung durch Bienen eine wesentliche Rolle. Allerdings kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt eine Differenzierung fast nur nach den Hauptbodenarten erfolgen. Exakte Analysen der spezifischen Korngrößenverteilung von Niststätten liegen bisher noch kaum vor. TISCHLER (1951) gibt für einen Nistplatz der Hosenbiene *Dasygaster hirtipes* folgende Verteilung an: 2% Ton, 2% Schluff, 27% Feinsand, 60% Mittelsand, 9% Grobsand. GEBHARDT & RÖHR (1987) fanden in den Nistsubstraten der Sandbienen-Arten *Andrena clarkella* und *A. cineraria* folgende Korngrößenverteilungen und Gehalte an organischer Substanz: 94,0 bzw. 94,2% Sand, 2,6 bzw. 2,7% Schluff, 3,4 bzw. 3,1% Ton, 5,1 bzw. 4,6% organische Substanz; für *Andrena fuscipes* nennen sie 77,9% Sand, 15,8% Schluff, 6,3% Ton und 2,5% organische Substanz. Nach HAESELER (1972) waren sandige Kahlschlagwege mit folgenden Anteilen gut besiedelt: 2% Ton, 13,5% Schluff, 51% Feinsand, 29,5% Mittelsand, 4% Grobsand.

Überall, wo Sandsteinschichten den Gesteinsuntergrund bilden, sind durch Verwitterung auch Sandböden entstanden. Dies gilt insbesondere für die Höhen des Hauptbuntsandsteins im Schwarzwald und Odenwald und für die Stubensandsteinplatten der Keuperhöhen. Überwiegend grobe bis grusige Sandböden sind auch die an Feinmaterial armen Verwitterungsböden des Grundgebirges, der Gneise und Granite im Südschwarzwald. Schließlich gibt es auf der Niederterrasse des Rheins ausgedehnte Sandgebiete. Diese Sande stammen teils aus dem Rheingletscher, teils von den Zuflüssen der Randgebirge, und wurden vom eiszeitlichen Schmelzwasser ausgebreitet (Schwemmsande). In der nördlichen Oberrheinebene finden wir Flugsande, das sind äolische (durch Wind verursachte) Bildungen. Während die feine Staubfraktion aus den kaltzeitlichen Schotterfluren als Lößstaub ausgeweht wurde, häuften sich Quarzsande mit einer Korngröße von 0,1–0,5 mm (Fein- und Mittelsande) teils in flachen Dünen an oder breiteten sich als flache Flugsanddecken aus. Molasse-Sande verschiedenen Feinheitsgrades gibt es im Alpenvorland (Oberschwaben, Bodenseebecken). Sandige Substrate bilden sich auch bei der Verwitterung mancher vulkanischer Gesteine, so im Kaiserstuhl (Tephrit), im Hegau (Phonolit) und auf der Mittleren Schwäbischen Alb (Jusi-Tuff), die inselhaft

Vorkommen von Bienenarten bedingen, die sonst nur in Sandgebieten verbreitet sind (z.B. Blattschneiderbiene *Megachile maritima*). Mächtige Kiesschüttungen, die auch feinkörnige Fraktionen (Sande und Schluffe) enthalten, wurden während des Pleistozäns im Oberrheingraben und im Alpenvorland abgelagert. So liegt der Großteil der Kies- und Sandgruben im Oberrheingebiet sowie im Einzugsgebiet von Donau und Iller.

Sandböden sind gut wasserdurchlässig und gut durchlüftet. Bei zahlreichen Bienenarten sind sie deshalb sehr beliebt, einige Arten sind auf Sandböden sogar spezialisiert. Allerdings sind nicht alle Sandgebiete wildbienenreich. Die Hauptverbreitungsgebiete der Sandböden, nämlich der Schwarzwald und die Keuperhöhen, sind zugleich die regenreichsten Landschaften Südwestdeutschlands, was der Bienenfauna abträglich ist. Anders bei den Sanden der Oberrheinebene: hier treffen Boden- und Klimagunst zusammen und bedingen einen großen Bienenreichtum.

Dort, wo Grobsande anstehen (z.B. Stubensandsteinböden der Keuperberge, Dolomitsande der Schwäbischen Alb), findet man keine typischen Sandbewohner, da diese durchweg Fein- und Mittelsande bevorzugen. Dies zeigt sich ganz besonders bei den Flugsanden, die ein inselartiges Vorkommen solcher Wildbienen in Baden-Württemberg bedingen, die auf lockere Flugsande spezialisiert sind (z.B. Furchenbiene *Lasioglossum prasinum*).

Tonböden entstanden durch Verwitterung von tonreichen Gesteinen, wie den Mergeln und Tonen der Keuperberge oder des Albvorlandes (Schwarzer und Brauner Jura); zum Teil bildeten sie sich auch aus der Molasse des Alpenvorlandes. Sie haben eine schlechte Wasserführung und Durchlüftung und sind häufig nasse Standorte, die sich auch aufgrund ihrer hohen Bindigkeit sowie ihrer Eigenschaft der Quellung und Schrumpfung kaum für Nestanlagen eignen.

Zwischen den leichten Sandböden und den schweren Tonböden stehen die Lehm Böden. Zu ihnen zählen u.a. auch die Lößlehme. Löß wurde in den Kaltzeiten des Pleistozäns (Eiszeitalter) von Staubstürmen als Feinmaterial aus dem vegetationsarmen Vorland der Gletscher ausgeblasen und in der näheren und weiteren Umgebung angeweht, wo er von der Steppenvegetation, vor allem den Gräsern, festgehalten wurde. Löß ist also ein äolisches Sediment. Der Gesteinstaub hat überwiegend Schluff- und Feinstsandkorngröße. Der Löß ist kalkreich und jedes seiner Staubkörnchen ist mit einem Kalkhäutchen überzogen und mit dem Nachbarkörnchen verklebt. Darauf beruht die große Standfestigkeit

des »gewachsenen« Löß, der kein Boden ist, sondern zu den Lockergesteinen zählt. Bei diesem primären Löß überwiegt der Schluffanteil und bewirkt das eigenartig »feuchte« Gefühl, wenn man ihn zwischen den Fingern reibt. Der vom Wasser transportierte und sekundär abgesetzte Schwemmlöß hat einen erhöhten Tongehalt. Erst durch Bodenbildung entsteht aus ihm der Lößlehm.

Ausgedehnte Lößdecken finden sich auf den Randhügeln im Oberrheingraben, hier ist vor allem der Kaiserstuhl mit einem über 20 m mächtigen Lößmantel bedeckt. Geschlossene Lößflächen kennzeichnen auch die Gäuplatten, insbesondere den Kraichgau mit Mächtigkeiten über 10 m. Auch die Schwarzjura- α Fläche des Schichtstufenlandes ist weithin von Löß bedeckt. Auf den Schotterflächen im nördlichen Oberschwaben liegen ebenfalls Lößdecken. Lößlehme haben wie die Lehmböden mittleren Tongehalts einen guten Luft- und Wasserhaushalt und werden von vielen Bienenarten bevorzugt. Da die Hauptverbreitungsgebiete der Lößlehme wärmebegünstigte Tieflagen mit Höhen unter 500 m sind, trägt neben dem Faktor Boden auch das günstige Klima wesentlich zum Artenreichtum dieser Lößlehmgebiete bei.

Bodenart, Durchlässigkeit, Klima, Vegetation und menschliche Arbeit beeinflussen die Entwicklung der Böden. Die hochkomplizierten Prozesse der Bodenbildung ergeben eine Reihe von **Bodentypen**, das sind Böden gleichen Entwicklungszustandes mit übereinstimmenden Merkmalen.

Inwieweit außer der Korngrößenverteilung (Bodenart) auch der Bodentyp die Nistplatzwahl der Bodennister beeinflusst, ist noch kaum bekannt. So können hier nur einige mehr oder weniger oberflächliche Einschätzungen und Beobachtungen angeführt werden, die gleichzeitig zu vertieften Studien anregen sollen.

Eine wichtige Rolle dürfte der Gehalt an Humus (Gesamtheit der toten organischen Substanz) spielen. Im mitteleuropäischen Raum sind humusarme Böden für eine Bienenbesiedlung förderlich, während stark bis sehr stark humose Böden (Gehalt an organischer Substanz 4–15 %), die gleichzeitig eine höhere Wasserspeicherkapazität besitzen, sehr wenig geeignet erscheinen. Unter den verschiedenen Bodentypen dürften die Rohböden, also die Initialstadien der Bodenbildung, die für Wildbienen günstigsten Böden sein. Sie finden sich meist in exponierten (Hang-)Lagen, wo die Bodenbildung durch Abtragung gestört wird. Rohböden besitzen daher keine Bodenkrume.

Sogenannte Braunerden entwickelten sich überwiegend in Bodenarten mittlerer Durchlässigkeit

(Lehme, Lößlehme), aber auch in Sanden. Dementsprechend unterschiedlich ist auch ihre Körnung und die jeweilige Besiedlung durch Wildbienen. In ihrer Bedeutung als Nistsubstrate reichen sie an die Rohböden heran. Auf der Schwäbischen Alb sind Rendzinen weit verbreitet. Die vorwiegend aus festem Kalkgestein entstandenen, humus- und scherbenreichen, flachgründigen, schwarzen Mullrendzinen sind im trockenen Zustand krümelig, im feuchten Zustand klebrig und werden nur von wenigen anspruchslosen Bienenarten zur Nestanlage genutzt. Die in kontinentalen Steppen vorherrschenden tiefgründigen Schwarzerden mit ihrem bis über 60 cm mächtigen Humushorizont sind zwar ebenfalls reich an organischer Substanz, in diesen Gebieten scheinen aber neben dem sehr günstigen Bodengefüge das andere Ausgangsgestein (Löß) und das trocken-warme Sommerklima den Reichtum an Bienenarten zu bedingen. Auch in Süddeutschland treten lokal degradierte Steppenschwarzerden auf, z. B. im Mainzer Becken, in der Vorderpfalz und am Kaiserstuhl. Sandböden haben den geringsten Gehalt an organischer Substanz.

Sicherlich spielt auch der Wasserhaushalt der Böden und die Art ihrer Nutzung dafür eine Rolle, ob ein Nest gebaut werden kann oder nicht. So ist in kultivierten Böden z. B. eine Übernässung möglich. Auch staunasse Böden (Gleyböden) dürften einer Nestanlage hinderlich sein. Ausschlaggebend ist auch, ob der Boden locker oder hart ist. Durch Befahren und Betreten werden Böden verdichtet. Vor allem verdichtete Lößlehme und Lehmböden setzen einer ganzen Reihe von Bienenarten, die eher lockere Substrate lieben, deutliche Grenzen. Einige wenige Arten (z. B. die Sandbiene *Andrena florea* und die Furchenbiene *Lasioglossum malachurum*) zeigen, zumindest im Untersuchungsgebiet, sogar eine Bevorzugung verdichteter Bodenstellen.

1.7 Klima

Die Lage Baden-Württembergs im südwestlichen Mitteleuropa bestimmt weithin das Klima und verschafft den tiefer gelegenen Landesteilen durch die südliche Lage im Vergleich zum norddeutschen Tiefland wärmere Sommer und damit einen »mediterranen Hauch«. Weinbau, Edelkastanien und Mandelbäume kennzeichnen das in einigen Landesteilen auch für Wildbienen besonders günstige Klima.

Baden-Württemberg liegt im Einflußbereich des Nordatlantiks und der europäischen Festlandsmas-

sen und ist somit ein Übergangsgebiet zwischen dem westeuropäischen Seeklima und dem osteuropäischen Landklima. Zwar überwiegt der atlantische Witterungsablauf aufgrund der vorherrschenden Westwinde, doch nimmt dieser von West nach Ost spürbar ab und das Kontinentalklima gewinnt an Einfluß.

Die Verbreitung der Wildbienen wird – mit wenigen Ausnahmen – im allgemeinen nicht durch die Wintertemperaturen begrenzt. Die mildesten Winter gibt es in Baden-Württemberg in der Oberrheinebene und im Neckartal.

Das Frühjahr ist vor allem im April durch stark wechselhafte Wetterlagen gekennzeichnet. Kaltluft-einbrüche mit Schnee- und Regenschauern bedingen die oft starken Bestandesschwankungen von Bienenarten, deren Flugzeit in diese Periode fällt (z.B. bei der Sandbiene *Andrena clarkella*). Überwiegt von Juni bis August Hochdruckeinfluß, resultiert daraus ein warmer und trockener Sommer. Strömt heiße Kontinentalluft aus dem Osten ein, sind auch Hitze- und Dürreperioden möglich. Allerdings gibt es in Baden-Württemberg auch kühle und feuchte Sommer, wenn ständig atlantische Störungen über dem Festland auftreten. Die Oberrheinebene und das Neckartal unterhalb von Stuttgart sowie das Bodenseebecken sind im Sommer am wärmsten. Der Witterungsverlauf des Sommers hat einen entscheidenden Einfluß auf die Bestandesentwicklung der Früh- und Hochsommerbienen. Im Herbst überwiegen Hochdrucklagen, was sich für einige spätfliegende Bienenarten günstig auswirkt (z.B. für die Sägehornbiene *Melitta tricincta*).

Starker Wind beeinträchtigt die Aktivität von Bienen. Am stärksten sind die Winde von Oktober bis April. Die Windgeschwindigkeiten sind im Untersuchungsgebiet aber wesentlich geringer als in Norddeutschland und an der Küste.

Da der größte Teil der Bienen wärmeliebend ist, weisen die Gebiete mit günstigem Wuchsklima (Wärmestufen »warm bis mäßig warm« und »sehr warm« nach ELLENBERG 1956), insbesondere mit Weinbauklima, die höchsten Artenzahlen auf. Wildbienenreiche Gebiete sind daher die gesamte Oberrheinebene, der Kraichgau, das Neckarbecken mit Bauland und Taubergrund, das Albvorland bei Tübingen und das Bodenseebecken.

Die wärmsten Gebiete liegen am westlichen unteren Schwarzwaldrand, in Teilen der Niederterrasse des Rheins, in der Oberrheinebene und in den Randzonen des Kaiserstuhls. Für Bienen besonders ungünstig sind die kältesten Lagen im Hochschwarzwald und auf der Schwäbischen Alb im Bereich der Talhänge in Nordexposition. Wenig förderlich ist

auch das kalte bis mäßig kühle Wuchsklima folgender Gebiete: obere Gäue zwischen Schwarzwald und Schwäbischer Alb, Baar, weite Bereiche Oberschwabens mit dem württembergischen Allgäu, Teile des schwäbisch-fränkischen Waldgebietes, westlicher Odenwald.

Regnerische Witterung hemmt die Flugaktivität nahezu aller Wildbienen und beeinträchtigt den Bruterfolg. Menge und Dauer der Niederschläge beeinflussen demnach die Wildbienenfauna in ähnlicher Weise wie das Wuchsklima. Niederschlagsarme Gebiete weisen eine höhere Zahl an Wildbienenarten auf als niederschlagsreiche.

In Baden-Württemberg stehen die Niederschläge deutlich in Beziehung zur Geomorphologie: höher gelegene Landesteile (Gebirge) weisen größere Niederschlagsmengen auf als tiefer gelegene (Becken). Die mit über 1800 mm Jahressumme niederschlagsreichsten Gebiete sind das württembergische Allgäu im Bereich der Adelegg und die Hochlagen des Nord-, Mittel- und Südschwarzwaldes (Feldberg 1930 mm, Hornisgrinde 2100 mm). Der Odenwald, die Hochlagen der Schwäbischen Alb und die Schwäbisch-Fränkischen Waldberge weisen mittlere Niederschlagssummen über 1000 mm auf. Die Gebiete auf der Ostseite der Mittelgebirge befinden sich im Regenschatten. Die trockensten Gebiete mit einem Jahresmittel unter 600 mm liegen in der nördlichen Pfälzer Oberrheinebene mit Ausstrahlungen in den nordbadischen Raum um Mannheim (Regenschatten des Pfälzer Berglandes) und im Main-Tauber-Becken (Regenschatten des Odenwaldes). Die nördliche Oberrheinebene (Mainzer Sand-Steppen) zählt mit mittleren Jahressummen unter 500 mm zu den trockensten Gebieten Westdeutschlands. Auch das Neckarbecken und der Raum Tübingen-Rottenburg sind mit 700–800 mm durch den Regenschatten des Nordschwarzwaldes vergleichsweise niederschlagsarm. Ähnliche Verhältnisse finden sich im unteren Donautal und in Teilen der Lonetal-Flächenalb im Lee der Schwäbischen Alb mit Mittelwerten unter 700 mm Niederschlag in der Jahressumme.

Kurze Regenschauer sind für Wildbienen weniger problematisch als lange Regenperioden, wie sie in manchen Jahren z.B. im Juni, durch kühle und feuchte Meeresluft aus nordwestlicher Richtung auftreten (»Europäischer Sommermonsun«).

Die heutige Verbreitung der Wildbienen Mitteleuropas steht in direkter Beziehung zur Klimaentwicklung im Jungpleistozän (100000–10000 Jahre vor heute) und Holozän (10000 Jahre vor heute bis heute). Die nacheiszeitliche (postglaziale) Erdgeschichte wird vor allem geprägt durch die Verände-

rung der Vegetation im Laufe der allgemeinen, aber durchaus nicht stetig ablaufenden klimatischen Erwärmung.

Im Pleistozän und frühen Holozän waren manche Arten in den Tundrangebieten der Eisrandlagen weit verbreitet. Im Verlauf der nacheiszeitlichen Klimaverbesserung und Wiederbewaldung wurden sie auf kleine Reliktareale in Mooren oder Hochgebirgen zurückgedrängt, die diesen Glazialrelikten noch immer eiszeitähnliche Bedingungen bieten. Unter den Bienen könnte man Hochgebirgshummeln zu diesen Relikten zählen. Mit der postglazialen Wiederbewaldung sind auch Arten eingewandert, die ihre lokalklimatischen Ansprüche heute nur in Wald- oder Mooregebieten erfüllt finden. Zu diesen boreo-montanen Arten gehören u. a. die Sandbiene *Andrena lapponica* und *A. clarkella* sowie die Mauerbiene *Osmia pilicornis*. Unter den günstigen Klimaverhältnissen der holozänen Wärmezeit waren verschiedene pontische und mediterrane Vertreter weiter verbreitet als heute, wo sie nur noch an klimatisch besonders begünstigten Stellen ohne Verbindung zum Hauptverbreitungsgebiet vorkommen. Solche Xerothermrelikte sind die Steppenbiene *Nomioides minutissimus* und die Furchenbiene *Lasioglossum albocinctum*.

Aus der komplizierten Besiedlungsgeschichte Mitteleuropas resultiert bei zahlreichen Bienenarten ein sogenanntes disjunktes Areal, d. h. das Gesamtverbreitungsgebiet setzt sich in Mitteleuropa aus mehreren nicht zusammenhängenden Teilstücken zusammen. Klimatische Gründe sind auch mit dafür verantwortlich, daß die heutige Verbreitungsgrenze vieler Bienen mitten durch die Bundesrepublik verläuft. Theoretisch könnte jede Bienenart einem bestimmten historisch-zoogeographischen Verbreitungstyp oder Faunenelement (z. B. holomediterran, eurosibirisch) zugerechnet werden, je nachdem, aus welchen eiszeitlichen Refugialgebieten sie nach Mitteleuropa eingewandert ist (vgl. DE

LATTIN 1967). Besonders REINIG (1965, 1973) hat sich eingehend mit der Biogeographie von Hummeln und Schmarotzerhummeln befaßt. Von vielen Bienenarten ist aber die genaue Gesamtverbreitung nur ungenügend bekannt (oder nicht veröffentlicht), so daß eine Zuordnung oft unmöglich, zumindest aber mit vielen Fragezeichen versehen ist. Daher wird hier auf eine Darstellung der historisch-zoogeographischen Verhältnisse verzichtet.

1.8 Vegetation und Landnutzung

Von Natur aus wäre Baden-Württemberg ein Waldland, bis auf wenige Flächen, wo Wasser und Felsen, Moore und Ufer das Aufkommen des Waldes verhindern. Hört der menschliche Einfluß auf, stellt sich die potentielle natürliche Vegetation wieder ein, die sich folgendermaßen zusammensetzt: Moore, Buchen-Eichenwälder, Auwälder, Eichen-Hainbuchen-Mischwälder, Buchenwälder, Tannen-Buchenwälder und Tannenwälder (MÜLLER & OBERDORFER 1974). Die reale Vegetation ist im wesentlichen die von Kulturlandschaften, die schon seit Jahrtausenden durch die Einflüsse des Menschen verändert und entscheidend geprägt werden.

Rund 36% der Landesfläche sind derzeit von Wald bestockt. Damit zählt Baden-Württemberg zu den walddreichsten Bundesländern. Die großen Waldgebiete sind der Schwarzwald, der Odenwald, die Keuperberge mit Schwäbischem Wald, Schönbuch und Glemswald, Teile der Schwäbischen Alb, Oberschwaben mit Illerstöcken und Altdorfer Wald, die Au- und Hardtwälder am Oberrhein sowie Teile des Kraichgaus. Die Hauptvorkommen der Moore und Seeriede liegen im Alpenvorland, auf der Baar und im Schwarzwald. Die Landwirtschaft umfaßt mit 48% der Gesamtfläche den größten Teil der Flächennutzung.

2 Die Lebensräume der Wildbienen

Wildbienen kann man vom Frühjahr bis zum Herbst nahezu überall antreffen, in kühlen Hochmooren ebenso wie auf trockenheißen Felshängen, in lichten Wäldern ebenso wie in Schilfröhrichten, selbst in Hausgärten. Das Artenspektrum ist aber nicht überall und zu jeder Jahreszeit gleich. Dies hat seinen Grund darin, daß sich die Lebensräume der Wildbienen beträchtlich unterscheiden können. Außerdem haben die einzelnen Bienenarten unterschiedliche Flugzeiten, so daß wir im gleichen Lebensraum im Frühjahr andere Bienen vorfinden als im Sommer oder Herbst.

Der Lebensraum einer typischen, nämlich Brutfürsorge treibenden Wildbiene muß folgende Grundvoraussetzungen erfüllen:

- (1) er muß den klimatischen Ansprüchen der betreffenden Art genügen;
- (2) er muß den von der Art benötigten Nistplatz aufweisen;
- (3) er muß Nahrungspflanzen in ausreichender Menge enthalten;
- (4) bei zahlreichen Arten muß außerdem das zum Bau der Brutzellen benötigte Baumaterial vorhanden sein.

Nistplatz, Nahrungspflanze und Baumaterial sind Lebensraumelemente, die wir als »Requisiten« bezeichnen. Diese Requisiten sind also Erfordernisse, die eine Bienenart in ihrer Umwelt zum Leben benötigt. Stets müssen die von einer bestimmten Bienenart benötigten Requisiten miteinander kombiniert vorliegen. Erst dann besteht die Möglichkeit, daß wir die betreffende Bienenart auch beobachten können.

Der Gesamtlebensraum einer Bienenart kann dabei aus mehreren Teillebensräumen bestehen, in denen jeweils die benötigten Requisiten enthalten sind. Diese Teillebensräume können auch durch andersartige Landschaftselemente voneinander getrennt sein. Ein Beispiel: Bei der Harzbiene *Anthidium strigatum* kann sich der Gesamtlebensraum aus den drei Teillebensräumen Felsschutthalde, Waldrand und Magerrasen zusammensetzen. Auf der Schutthalde werden die aus Harz bestehenden Brutzellen an einem Stein befestigt (Nistplatz); das Baumaterial (Harz) wird an einer Kiefer (Baustofflieferant) eines nahe gelegenen Waldrandes gewon-

nen; zum Versorgen der Brutzellen mit den Blütenprodukten Pollen und Nektar fliegt die Biene auf den benachbarten Magerrasen (Nahrungsraum), wo der Hornklee (*Lotus corniculatus*), ihre Hauptpollenquelle, wächst. Ein weiteres Beispiel: Die auf Weiden (*Salix*) als Pollenquellen spezialisierte Sandbiene *Andrena vaga* nistet, oft zu Tausenden, in der Böschung von Hochwasserdämmen. Eine solche Situation finden wir aber nur dann vor, wenn gleichzeitig in erreichbarer Nähe große Bestände verschiedener Weidenarten, z. B. in der Weichholzaue, wachsen. Dabei können zwischen dem Damm als Nistplatz und der Weichholzaue als Nahrungsraum Altwasserarme liegen, über die die Biene hinwegfliegen muß. Dort, wo ebenso günstige Nistplätze in den Dämmen vorhanden sind, die benachbarte Weichholzaue aber fehlt, werden wir solch individuenreiche Vorkommen dieser Sandbiene vergeblich suchen. Oder: Die schönste Magerwiese nützt der in Schneckenhäusern nistenden Mauerbiene *Osmia bicolor* nichts, wenn sie nicht in nahen Gebüsch oder sonstigen ungestörten Bereichen leere Schneckenhäuser zur Nestanlage findet. Nahrungs- und Nistraum können sich auch räumlich decken, z. B. im Falle einer lückigen Ruderalfläche, die zugleich ausreichend Nahrungsquellen wie geeignete Bodenstellen zum Nisten bietet.

Die Größe eines Wildbienenlebensraums hängt daher davon ab, ob die einzelnen Teillebensräume einer Bienenart miteinander verzahnt oder durch andere Landschaftselemente voneinander getrennt sind. Oft ist ein engmaschiges Netz verschiedener Teillebensräume notwendig.

In diesem ersten größeren Kapitel werden die wichtigsten Lebensräume der Wildbienen behandelt, wobei der Schwerpunkt aufgrund der besseren Kenntnis des Verfassers auf Südwestdeutschland, v. a. Baden-Württemberg liegt. In einzelnen Fällen wird auch auf Lebensräume Bezug genommen, die nur außerhalb Baden-Württembergs zu finden sind (z. B. Küstendünen). Auf die Lebensräume der Alpen kann in diesem Rahmen nicht eingegangen werden.

Was in diesem Buch unter Lebensräumen verstanden wird, richtet sich nicht nach den Begriffen »Biotop« bzw. »Habitat« in dem Sinne, wie sie in

der Ökologie als naturwissenschaftliche Disziplin verwendet werden. (Biotop: Lebensraum einer Lebensgemeinschaft von bestimmter Mindestgröße und einheitlicher, gegenüber seiner Umgebung abgrenzbarer Beschaffenheit; Habitat: charakteristischer Wohnort einer Art.) Der Begriff Lebensraum wird hier etwas weiter gefaßt und beinhaltet Geländeausschnitte sehr unterschiedlicher Größe und Komplexität, die als Nistplätze und/oder Nahrungsräume für Bienen von Bedeutung sind. Dabei reicht das Spektrum der Lebensräume von ausgedehnten Wäldern bis hin zu kleinflächigen Bereichen, z. B. einer Lößwand. Bei den behandelten Lebensräumen kann es sich sowohl um Gesamt- als auch um Teillebensräume handeln. Wenn Nistplatz und Nahrungsraum sich nicht räumlich decken, ist die Vernetzung der jeweiligen Teillebensräume innerhalb des artspezifischen Aktionsradius ausschlaggebend für das Vorkommen einer Bienenart.

Für den Artenschutz ist wichtig zu wissen, ob bei Wildbienen Bindungen an bestimmte Lebensraumtypen vorliegen. In den meisten Fällen sind Wildbienen nicht an bestimmte Lebensräume gebunden, sondern an die von ihnen benötigten Requisiten, die natürlich in einem bestimmten Lebensraum besonders charakteristisch und häufig sein können. Die Maskenbiene *Hylaeus punctulatus* zum Beispiel hat zwei Siedlungsschwerpunkte. Zum einen treffen wir sie in Trockenrasen südexponierter Felsabhängen (Primärlebensraum) an, gleichzeitig finden wir sie aber auch in Dörfern und Städten (Sekundärlebensraum). Das in beiden Lebensräumen vorhandene Requisit ist die Pollenquelle. Im Trockenrasen wächst der Kugellauch (*Allium sphaerocephalon*) oder der Berglauch (*Allium montanum*). Im Siedlungsbereich blühen im Hochsommer ebenfalls verschiedene Laucharten, z. B. die Küchenzwiebel (*Allium cepa*) oder der Küchenlauch (*Allium porrum*). Auf solche im Hochsommer blühende Laucharten (*Allium*) ist diese Maskenbiene spezialisiert. Umgekehrt gilt das gleiche für das Requisit Nistplatz: Die Pelzbiene *Anthophora acervorum* besiedelt zum einen Uferabbrüche von Flüssen (Primärlebensraum), zum andern nistet sie in verwitterten Kalkmörtel-Fugen von Ziegelmauern in der Stadt (Sekundärlebensraum). In beiden Fällen findet sie ihre Nistansprüche, nämlich Steilwände, in denen sie graben kann, erfüllt. Es gibt aber auch Bienen, die ihren Siedlungsschwerpunkt nur in einem Lebensraumtyp haben wie die Mauerbiene *Osmia andrenoides*, die fast ausschließlich auf Abwitterungshalden (Felsschutthalden) vorkommt oder die Maskenbiene *Hylaeus pectoralis*, die nur in Schilfröhrichten ihr Nest baut. Dies alles schließt

natürlich nicht aus, daß in bestimmten Lebensräumen, z. B. Magerrasen trockenwarmer Standorte, besonders viele Wildbienen vorkommen, weil sich hier ein großer Reichtum an Requisiten in Form von Nahrungsquellen findet.

Für die Gliederung von Wildbienen-Lebensräumen eignen sich pflanzensoziologische Kriterien nicht. Bienenlebensgemeinschaften und Pflanzengesellschaften lassen sich nicht zur Deckung bringen. Es gibt keine Wildbienen, für die eine Bindung an bestimmte Pflanzengesellschaften nachweisbar ist, insbesondere nicht auf der Ebene der Assoziation als pflanzensoziologischer Kategorie. Dies schließt allerdings nicht aus, daß viele Wildbienen in manchen Pflanzengesellschaften regelmäßig zu beobachten sind, wenn in ihnen eine bestimmte Nahrungspflanze besonders charakteristisch ist. In der heutigen Pflanzensoziologie gibt es aber bereits Ansätze, eine Verbindung zur Zoologie herzustellen (vgl. WILMANN 1987). Eine Einteilung der Lebensräume nach rein pflanzensoziologischen Kriterien würde den komplexen Ansprüchen der Wildbienen nicht gerecht, wie aus den späteren Ausführungen zu ersehen sein wird. Nicht eine bestimmte Pflanzengesellschaft ist in der Regel für das Auftreten einer bestimmten Bienenart ausschlaggebend, sondern bestimmte Pflanzenarten und deren Häufigkeit sowie bestimmte, pflanzensoziologisch oft nicht faßbare Strukturen. Ein Beispiel: Der Natterkopf (*Echium vulgare*) ist in Südwestdeutschland die einzige Pollenquelle der Mauerbiene *Osmia anthocopoides*. In der Steinklee-Flur (*Echio-Melilotetum*) kann der Natterkopf gänzlich fehlen, er kann aber auch reichlich vertreten sein. Für die auf *Echium* spezialisierte Mauerbiene ist dies von ausschlaggebender Bedeutung. Aber selbst, wenn *Echium* massenhaft vorkommt, aber keine Nistplätze in Form von Gesteins-Strukturen (Felsen, Mauern, Findlinge, größere Steine) vorhanden sind, werden wir *Osmia anthocopoides* vergeblich suchen. Würde sich der Naturschutz nur auf die Erhaltung typischer Pflanzengesellschaften beschränken, wäre damit keineswegs der Fortbestand aller Wildbienen gewährleistet. Dies bedeutet aber nicht, daß auf die Erhaltung charakteristischer Pflanzengesellschaften verzichtet werden kann, dies nicht nur im Hinblick auf ihre Artenschutzfunktion, sondern auch wegen ihres wissenschaftlichen Wertes.

Bei der Darstellung der einzelnen Lebensräume wird nach einer allgemeinen Beschreibung deren Bedeutung als Nahrungsraum und/oder Nistplatz für Wildbienen herausgestellt. Die Kenntnisse über die gesamte jeweils anzutreffende Wildbienenfauna sind nicht immer befriedigend, so daß hier noch

weiterer Forschungsbedarf besteht. Die wichtigsten Schadfaktoren werden anschließend herausgestellt. Die angeführten Schutz-, Entwicklungs- und Pflegeziele orientieren sich im wesentlichen am Bedarf der Wildbienen. Es ist mir klar, daß dies nicht die einzigen, auch nicht immer primären Artenschutzziele sind und daß, bezogen auf den gesamten Tierartenschutz, auch solche Ziele Vorrang haben können, die auf andere Tiergruppen bzw. -arten ausgerichtet sind. Schutzstrategien sollten selbstverständlich auf die Erhaltung der gesamten zu schützenden Lebensgemeinschaft abzielen. In Einzelfällen kann es aber notwendig sein, für hochgradig gefährdete oder seltene Bienenarten spezielle Schutz- und Förderungsmaßnahmen zu ergreifen.

Wer sich für die Vegetation Mitteleuropas interessiert, dem sei das Lehrbuch von ELLENBERG (1986) empfohlen. Als Rüstzeug zum Verständnis der mitteleuropäischen Vegetation versteht sich das Buch von WILMANN (1984). Ausführlich mit den Pflanzengesellschaften Süddeutschlands beschäftigt sich OBERDORFER (1977–1983). Weitere wichtige vegetationskundliche Arbeiten aus Südwestdeutschland, insbesondere Baden-Württemberg, sind die von BARTSCH (1940), GÖRS (1966, 1974), GRADMANN (1950), KORNECK (1974), LANG (1973), LITZELMANN (1966), MÜLLER (1966), OBERDORFER (1971), PHILIPPI (1971, 1973, 1984), ROCHOW (1951), WILMANN et al. (1977) und WITSCHEL (1980).

Eine umfassende Darstellung verschiedenster Lebensräume und deren Lebensgemeinschaften gibt der »Biologische Atlas Schleswig-Holstein« von HEYDEMANN und MÜLLER-KARCH (1980), in dem auch Wildbienen berücksichtigt sind. Auch in der Avifauna Baden-Württembergs (HÖLZINGER 1987) sind verschiedene Lebensräume und ihre Gefährdung ausführlich beschrieben. Der Naturschutzatlas Niedersachsen (DRACHENFELS et al. 1984) gibt eine Zusammenstellung der für den Naturschutz wertvollen Bereiche dieses Bundeslandes und ist für Vergleichszwecke hilfreich. RINGLER (1987) hat in einer beeindruckenden Dokumentation den Wandel der Landschaftsstruktur in Bildvergleichen dargestellt. Gefährdungen und allgemeine, aus der Sicht des Tierartenschutzes erforderliche Entwicklungsziele behandelt der Leitfaden von BLAB (1986).

2.1 Moore

Moore sind vegetationsbedeckte Lagerstätten von Torf, d. h. von abgestorbenen, nicht oder kaum zersetzten Pflanzenresten. Schon lange trennt man Nie-

dermoore (Flachmoore) von Hochmooren, die sich vor allem in ihrem Wasserhaushalt und ihren Nährstoffverhältnissen unterscheiden. Niedermoore und Hochmoore zeigen zeitliche wie räumliche Übergänge. In diesen Fällen spricht man von Zwischenmooren (Übergangsmooren). Moore können aber auch nach anderen Gesichtspunkten gegliedert werden, z. B. nach der Entwicklungsgeschichte oder der geographischen Lage.

2.1.1 Niedermoore

Niedermoore (bayrisch »Moos«, schwäbisch »Ried«) entstehen in der Regel, wenn ein flaches Gewässer verlandet, d. h. vom Ufer her allmählich zuwächst (Verlandungsniedermoor). Auf Talsohlen und in Mulden bilden sich Versumpfungsniedermoore. Am Hang unterhalb von Quellen liegen Hangniedermoore, mehr oder weniger direkt auf Quellaustritten die Quellniedermoore. Bei Niedermooren besteht eine Verbindung zum mineralischen Grundwasser, wodurch sie gut mit Nährstoffen versorgt werden und daher meist eine üppige Vegetation tragen. Die Oberfläche des Niedermoores verläuft mehr oder weniger parallel zum Grundwasserspiegel. Oft ist sie aber auch der Geländeform angepaßt. Niedermoore können auch in niederschlagsarmen Gegenden vorkommen, weil sie in ihrem Wasserhaushalt nicht unmittelbar vom Regenwasser abhängen. Große Niedermoore sind an weite Täler, mehr oder weniger abflußlose Mulden oder verlandende Seen gebunden. Das während der Eiszeit von Gletschern und Schmelzwässern stark beeinflusste Jungmoränen-Alpenvorland wird durch sie besonders geprägt. Niedermoore können von Schilfröhrichten, Seggenriedern, Weiden- und Faulbaumgebüsch oder Erlen- und Birkenbruchwäldern eingenommen werden oder durch Rodung von Bruchwäldern und anschließende regelmäßige Mahd auch in Feuchtwiesen umgewandelt worden sein. Die für Wildbienen wichtigen Niedermoor-Lebensräume sind in 2.2 u. 2.3 behandelt.

2.1.2 Hochmoore

Hochmoore sind unabhängig von Quellen und von Grund- oder stehendem Wasser. Sie werden ausschließlich durch Niederschläge gespeist, weshalb sie an regenreiche Gebiete gebunden sind. Man bezeichnet sie daher auch als »ombrogene« (regenbürtige) Moore. Auch ihre Nährstoffe erhalten Hochmoore nur durch das Regenwasser. Ihre Oberfläche



Wildseemoor im Nordschwarzwald.

ist oft, aber nicht immer uhrglasförmig gewölbt (Name!), weshalb sie sich leichter entwässern lassen als Niedermoore. Weitere Kennzeichen sind der meist in größerer Mächtigkeit anstehende Torf und die Nährstoffarmut (Mineralienmangel). Unge störte, vollständige Hochmoore zeigen eine typische Zonierung: Die nasse Randzone, in der sich das Wasser, das vom Hochmoor herabströmt, mit dem »Mineralbodenwasser« der Umgebung mischt, heißt »Lagg«. Dieser Randsumpf hat Niedermoorcharakter. Das Zentrum und zugleich der nasseste Teil des eigentlichen Hochmoores, die »Hochfläche«, ist (vor allem im nordwestdeutschen, atlantischen Einflußbereich) im Naturzustand unbewaldet, jedenfalls solange es noch größtenteils im Wachstum begriffen ist. Der trockenste Teil eines Hochmoores ist das »Randgehänge«, das zum Lagg hin abfällt und außerdem hie und da von tiefen Abflußrinnen (»Rüllen«) durchzogen wird und mit mehr oder weniger geschlossenen Beständen aus Birken oder Kiefern bedeckt ist. Dieser Kiefern-Birken-Wald ist reich an Heidekraut, Rauschbeeren und anderen Zwergsträuchern. Im Unterschied zu den atlantischen Moortypen sind Hochmoore unter kontinentalen oder montanen Bedingungen oft bewaldet (z. B. Spirken-Hochmoore des Schwarzwal-

des). In den Hochmooren des Flachlandes und der Gebirge können Hochmoorteiche (»Kolke«) liegen. Die Hochfläche ist oft mosaikartig gegliedert: in bucklige Erhebungen, die »Bulten« und in unregelmäßig geformte, wassergefüllte, seichte Mulden, die »Schlenken«.

Die sehr artenarme, aber hochspezialisierte Pflanzenwelt der Hochmoore ist durch ihre Anpassung an die extreme Nährstoffarmut gekennzeichnet. Die bedeutendste Gruppe der Hochmoorpflanzen sind die roten und gelbgrünen Torfmoose (Bleichmoose, *Sphagnum*), die in schwammartigen Polstern über den allgemeinen Grundwasserspiegel emporwachsen und die Haupt-Torfbildner sind. Unter den Blütenpflanzen besiedeln vorwiegend Zwergsträucher die Hochmoore, wobei die für Bienen bedeutsamen Pflanzen alle zu den Heidekrautgewächsen (Ericaceae) gehören: Die Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*)* und die Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos*) wachsen vor allem auf den Hoch-

* Die in diesem Buch verwendeten deutschen Pflanzennamen sind in der Regel der pflanzensoziologischen Exkursionsflora von OBERDORFER (1983) entnommen. Die wissenschaftlichen lateinischen Namen richten sich nach der Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas (EHRENDORFER et al. 1973).

moorbulten. Die Moor- oder Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum*) kommt außer in offenen Hochmooren auch im Randgehänge, in Moorwäldern und in feuchten Heiden vor, hat ihren Verbreitungsschwerpunkt aber im Gebirge und im Norden. Im Randgehänge wachsen auch die Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*) und die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*). Die Glockenheide (*Erica tetralix*) ist eine typische Art der atlantisch beeinflussten Moore des norddeutschen Flachlandes. Im Hochmoor besiedelt diese feuchtigkeitsbedürftige Art mehr die wassernahen Standorte, daneben wächst sie auch auf anmoorigen Sandböden in Zwergstrauchheiden. Die Besenheide oder das Heidekraut (*Calluna vulgaris*) bevorzugt trockene Standorte. Sie besiedelt im Hochmoor trockene Bulten, ist aber in entwässerten Hochmooren und Sandheiden häufiger. Die Moorvegetation ist in Mitteleuropa nicht einheitlich. Während für die baumfreien nordwestdeutschen Hochmoore die Glockenheide (*Erica tetralix*) charakteristisch ist, beherrscht in den Alpen, im Alpenvorland und im Schwarzwald häufig die Bergkiefer (*Pinus mugo*) die Moore, die als Baum (Spirke) oder als niederliegender Strauch (Latsche, Kuschel) auftreten kann. Viele dieser heute bewaldeten Hochmoore waren aber noch vor wenigen Jahrzehnten völlig waldfrei. Die heutige Vegetation ist oft eine Folge von zumindest teilweisen Entwässerungen, die das Wachstum der Hochmoore zum Stillstand gebracht haben.

Hochmoore sind in Baden-Württemberg auf den Schwarzwald (z.B. NSG »Wildseemoor«, NSG »Hinterzartener Moor«), die Baar und den Voralpenraum (z.B. NSG »Wurzacher Ried«, NSG »Gründlenried«) beschränkt. Außerhalb Baden-Württembergs finden sie sich im nordwestdeutschen Flachland und in den regenreichen Gebieten von Harz, Eifel, Rhön, Solling, Böhmerwald und bayrischem Voralpen- und Alpenraum (vgl. DIERSSEN & DIERSSEN 1984, GÖTTLICH 1980, KAULE 1974).

Eine Reihe von Insektenarten, wie z.B. verschiedene Libellen, manche Schmetterlinge, Käfer und Ameisen haben ihren heutigen Verbreitungsschwerpunkt in Hochmooren (Refugien und Reliktvorkommen). Ausschließlich an Hochmoore gebundene Bienen, bzw. Bienen, deren aktuelle Vorkommen sich auf Hochmoore beschränken, sind nicht bekannt. Die bisher in Hochmooren nachgewiesenen Bienenarten kommen auch in anderen Lebensräumen (z.B. Wäldern, Sandheiden) vor. Das Hochmoor bietet mit seinen verschiedenen Heidekrautgewächsen zahlreichen Blütenbesuchern vom Frühjahr bis zum Spätsommer zwar attraktive Nektar- und Pollenquellen, die Nistbedingungen sind

aber durchweg äußerst ungünstig. Die in Hochmooren beobachteten Arten dürften daher meist nur Nahrungsgäste sein, deren Nistplätze außerhalb des eigentlichen Moores liegen. Hummeln nisten vermutlich auch in der Vegetation trockener Bulte. In ausgedehnten, reich strukturierten Moorkomplexen könnten auch höher gelegene und deshalb trockene Bereiche als Nistplatz dienen. In Hochmoorwäldern können wahrscheinlich auch solche Bienen existieren, die ihre Nester in Fraßgängen von holzbewohnenden Insekten anlegen. Hochmoore sind wegen ihrer teils hohen Jahresniederschläge (in Mittelgebirgen und in den Alpen 1800 mm und mehr) und ihres extremen Strahlungshaushalts durchweg sehr bienenarm. Bei Einstrahlung erhitzt sich dunkler, vor allem trockener Torf stark; nachts ist die Ausstrahlung und damit die Abkühlung sehr hoch. Daher können die Temperaturen im August z.B. frühmorgens 0 °C, am Mittag darauf aber 45 °C betragen.

Über die Bienenfauna der Hochmoore Baden-Württembergs sind wir bisher nur wenig unterrichtet, so daß hier noch ein Forschungsbedarf besteht. In Schwarzwald-Hochmooren (z.B. Wildseemoor) wurden außer einigen Hummelarten und der Furchenbiene *Lasioglossum fratellum* bisher lediglich die Sandbiene *Andrena lapponica* nachgewiesen. Diese Art tritt aber bisweilen in hoher Individuendichte auf, was sich u.a. aus ihrer Bevorzugung der reichlich vorhandenen *Vaccinium*-Arten als Pollenquellen erklären läßt. Selbst aus ehemals sehr moorreichen Gegenden wie den flachen Küstenlandschaften Norddeutschlands wurde kaum etwas über die spezifische Bienenfauna ungestörter Hochmoore bekannt. Da die meisten Moore bis auf verschwindend kleine Reste kultiviert oder zumindest entwässert sind, ist die Bienenfauna ursprünglicher Hochmoore in diesen Gebieten heute auch kaum mehr zu ermitteln, eine betrübliche Tatsache, auf die schon PEUS 1928 hingewiesen hat und die HAESELER (1978a) erneut bestätigt.

Häufiger als natürliche Hochmoore sind solche, die zwar entwässert, aber nicht in intensive Kultur genommen wurden und die daher verheidet (Moorheiden), verbuscht (Moorgebüsche) oder bewaldet (Birkenmoore) sind. Je nach Struktur- und Nahrungsangebot können solche Degenerationsstadien reicher an Bienenarten sein als unberührte Hochmoore, was allerdings keineswegs als Alibi für deren Zerstörung dienen darf. PEUS (1928) untersuchte die Tierwelt einiger gestörter Hochmoore in Nordwestdeutschland. Im Dörgener Moor, einem kleinen, von Torfstichen durchsetzten Hochmoor fand er z.B. außer einigen Hummelarten die Furchen-

biene *Lasioglossum fratellum* und zwei *Calluna*-Spezialisten, die Seidenbiene *Colletes succinctus* und die Sandbiene *Andrena fuscipes*. Diese beiden Arten sind typische Sandheiden-Bewohner, die von der *Calluna*-Blüte angelockt werden. Im Bourtanger Moor an der holländischen Grenze beobachtete PEUS die Hummel *Bombus humilis* zahlreich inmitten der freien Hochfläche, mehrere Kilometer vom Moorrand entfernt. Die Nistplätze konnte er nicht auffinden, er schloß aber nicht aus, daß die Art oberirdisch unter Heidekraut auf den Bulten nistete.

Die Stechimmenfauna des Dosenmoores, das als das am besten erhaltene Hochmoor von Schleswig-Holstein gilt, hat HOOP (1986) untersucht. Die eigentliche Hochmoorfläche beträgt 275 ha, wobei der Heidemoor-Anteil bei etwa 70 ha liegt. Mischwald und Birkenbestände schließen sich an das Hochmoor an, das durch Wege, Dämme und Gräben begrenzt wird. Insgesamt wurden im Dosenmoor 33 Bienenarten festgestellt, von denen jedoch nicht alle im eigentlichen Moor indigen sind, d.h. ihre komplette Entwicklung durchlaufen. Die Funddaten lassen erkennen, daß die Furchenbienen *Halictus rubicundus*, *H. tumulorum*, *Lasioglossum rufitarse* und *L. fratellum* in diesem Gebiet dominieren.

HAESLER (1978a) wies in einem Birkenbestand und einer Moorheidefläche gestörter Hochmoorreste des Fintlandmoores bei Oldenburg in Niedersachsen 77 Bienenarten nach. Darunter sind besonders hervorzuheben: die Sandbienen *Andrena lapponica*, *A. ruficrus*, *A. clarkella*, *A. angustior* und *A. intermedia*, die Furchenbienen *Lasioglossum rufitarse*, *L. sexmaculatum* und *L. fratellum*, die Wespenbiene *Nomada leucophthalma* sowie die Mauerbienen *Osmia uncinata* und *O. parietina*. Die Furchenbiene *Lasioglossum calceatum* wurde bei der Nestanlage in mehr oder weniger zersetztem Torf beobachtet. Von MOSSAKOWSKI gesammelte Nester in zersetztem Torf enthielten Puppen und Imagines der Furchenbiene *Lasioglossum albipes*. HAESLER vermutet, daß noch weitere *Lasioglossum*-Arten erfolgreich im trockenen Torf nisten, insbesondere *Lasioglossum rufitarse* und *L. fratellum*. In von Pfeifengras (*Molinia*) durchsetzten Glockenheide-Beständen wurde die Hummel *Bombus humilis* nistend beobachtet. Zahlreiche in dem von HAESLER untersuchten Moor nachgewiesene Bienenarten waren nur Nahrungsgäste und hatten ihre Nester in benachbarten Lebensräumen. Auf unbefestigten, sandigen Feldwegen nisteten die Sandbiene *Andrena nigroaenea*, die Hosenbiene *Dasygaster hirtipes* und die Furchenbiene *Lasioglossum sexstrigatum*. Die Zaunpfähle angrenzender Moorweiden

bieten mit ihren Insektenfraßgängen hohlraumbewohnenden Bienen günstige Nistgelegenheiten.

TSCHARNTKE (1984) fand im Schnaakenmoor in Hamburg, einem degenerierten, teils wiedervernässten Hochmoor mit angrenzenden Feucht- und Sandheiden sowie einem Niedermoor 33 Bienenarten. Auch in diesem Gebiet waren die Sandbiene *Andrena angustior* sowie die Furchenbienen *Lasioglossum rufitarse* und *L. fratellum* auffallend häufig.

In einer unterschiedlich strukturierten Restfläche des ehemals weit ausgedehnten Ipweiger Moors bei Oldenburg i.O. hat HAESLER (1987a) 34 Bienenarten nachgewiesen. Darunter waren die Furchenbiene *Lasioglossum fratellum*, die Maskenbiene *Hylaeus confusus* und die Sandbiene *Andrena haemorrhoa* dominant. Im verbuschten Bereich wurden die Mauerbienen *Osmia uncinata* und *O. parietina* und die Blattschneiderbiene *Megachile wilughbiella*, drei im Holz nistende Arten, festgestellt. In dem von JACOB-REMACLE & JACOB (1983) behandelten »Fagne de Spa-Malchamps«, einem belgischen Moor, waren unter den dort aufgefundenen Bienenarten die Sandbienen *Andrena clarkella*, *A. lapponica*, *A. cineraria* und *A. ruficrus*, die Furchenbiene *Lasioglossum fratellum* sowie die Maskenbiene *Hylaeus confusus* besonders häufig. Im Gegensatz zu PEUS (1932) können nach HAESLER (1978a) einige der oben genannten Arten auch als Bewohner ungestörter Hochmoore gelten. Inwieweit diese Arten früher dort regelmäßig vertreten waren, muß offen bleiben.

Hochmoore reagieren ausgesprochen empfindlich auf Störungen und Eingriffe in ihren sehr labilen Wasserhaushalt. Zu Beginn nahezu jeder Hochmoorerstörung stehen daher Entwässerungsmaßnahmen. Mit sinkendem Wasserspiegel (»Ausbluten« des Moores) sterben zunächst die Torfmoose ab, schließlich kommt Pfeifengras auf. An die Stelle der Bulten- und Schlenkensysteme treten Moorheiden mit Heidekraut (in Norddeutschland auch mit Glockenheide) und im Verlauf der Sukzession überzieht ein Birken-, Faulbaum-, oder Weidengebüsch die trockenen, degenerierten Hochmoorflächen.

Vor allem durch Torfabbau sind Hochmoore derart großflächig vernichtet worden, daß sie neben den Binnendünen zu den am meisten bedrohten Lebensräumen gehören. Folgenutzungen sind meist Landwirtschaft, Aufforstung oder Müllablagerung. Eine weitere Gefährdungsursache ist die Erholungsnutzung. Da die Hochmoorvegetation gegenüber Tritt hochempfindlich ist, können Hochmoore unmöglich gleichzeitig Schutz- und Erholungsfunktionen übernehmen. Auch eine Beweidung führt zur völligen Zerstörung der Hochmoorvegetation. Die



Schilfröhricht in der nördlichen Oberrheinebene im zeitigen Frühjahr. Im Hintergrund Weidengebüsche.



Lückiges Landschilf im Eriskircher Ried im Winter. Nistplatz der Maskenbiene *Hylaeus pectoralis*.

spärlichen Reste an intakten und naturnahen Hochmooren (in einigen Gebieten nur noch 1 % der ursprünglichen Vorkommen), aber auch gestörte Hochmoore bedürfen eines wirkungsvollen Schutzes. Selbst unter Schutz stehende Hochmoore sind heutzutage vielfach gefährdet, vor allem durch Nährstoffanreicherung (Eutrophierung) aus der Luft oder durch Einschwemmung von Dünger aus umliegenden landwirtschaftlichen Flächen.

Die zum Schutz und zur Pflege von Hochmooren allgemein erforderlichen Maßnahmen und Entwicklungsziele (vgl. BLAB 1986) erfüllen auch die Ansprüche der in Hochmoorgebieten vorkommenden Bienenarten, so daß aus der Sicht des Wildbienschutzes keine speziellen Pflege- oder Entwicklungsziele anzuführen sind.

2.2 Schilfröhrichte

Als Röhricht bezeichnet man die im oder am Wasser stehende (meist hochwüchsige) Vegetation, die vor allem vom Schilf (*Phragmites australis*) und ähnlichen Pflanzen wie Gräsern, Simsen und Rohrkolben aufgebaut werden. Röhrichte bilden oft den Verlandungsgürtel von Seen und werden den Niedermooren zugerechnet. Für Wildbienen sind nur Schilfröhrichte bedeutsam.

Ausgedehnte Schilfröhrichte finden sich in Baden-Württemberg schwerpunktmäßig in den nordbadischen Rheinauen (NSG »Rußheimer Altrhein«, NSG »Wagbachniederung«), am Bodensee (NSG »Radolfzeller Aachried«, NSG »Halbinsel Mettnau«, NSG »Wollmatinger Ried«, NSG »Mindelsee«, NSG »Eriskircher Ried«) und in Oberschwaben (NSG »Federsee«, NSG »Wurzacher Ried«).

Schilfröhrichte sind zwar arm an Wildbienen, dafür zeigen einige Arten eine ausgesprochene Bindung an diesen Lebensraum, weil sie hier ihren bevorzugten Nistplatz haben. Dies sind vor allem die Maskenbienen *Hylaeus pectoralis*, *H. moricei* und *H. pfankuchi*.

Verschiedene Insekten rufen am Schilf gallenartige Bildungen hervor. Unter diesen ist die »Zigarrengalle« am Halmende die auffälligste. Sie verdankt ihre Entstehung der Schilfgallenfliege *Lipara lucens* Meigen, einer graubraunen, etwa stubenfliegengroßen Art aus der Familie der Halmfliegen (Chloropidae). Aber nicht überall, wo Schilf reichlich wächst, sind diese Gallen zu finden. Dichte, hohe Schilfbestände am Rande der Gewässer, bei denen das Schilf meist im Wasser steht, werden von



Schilfgallenfliege *Lipara lucens*.



Solche pinselartig zerfetzten Schilfgallen enthalten in ihrem Innern oft ein Nest von *Hylaeus pectoralis*.

der Fliege gemieden. Wo das Schilf aber auf moorigem oder sumpfigem Boden (Streuwiesenbrachen) oder auf kiesig-lehmigem Boden (aufgelassene Kiesgruben) wächst, bildet es keine so dichten Bestände und die einzelnen Schilfhalme sind meist auch viel kleiner. In diesem Landschilf fallen die Gallen in 70–100 cm Höhe als zigarrenartige Bildungen auf. Über die Biologie der Schilfgallenfliege berichten u.a. GIRAUD (1836), W. WAGNER (1907) und WAITZBAUER (1969). Nach dem Schlüpfen der Fliegen bzw. ihrer Parasitoide oder Mitbewohner bleiben die Gallen auf dem vertrockneten Stengel sitzen. Sie liefern in ihrem Hohlraum verschiedenen Stechimmen einen Nistplatz. Die bewohnten Gallen sind meist daran kenntlich, daß ihre Spitze mehr oder weniger pinselförmig zerfetzt ist. Verursacher sind Blaumeisen, die die Gallen während des Winters von der Spitze her aufhacken, um an die Bewohner heranzukommen (vgl. FRÖMEL 1980). In der Regel bleiben aber in der sehr harten Galle noch einige tiefer sitzende Brutzellen übrig. Neben manchen hier häufig nistenden Grabwespen (*Pemphredon spec.*) ist die Maskenbiene *Hylaeus pectoralis* ein ausgesprochen charakteristischer Gallenbewohner, deren Bauten an der glänzenden, cellophanartigen Auskleidung zu erkennen sind. Vereinzelt wurden auch die Mauerbiene *Osmia leucomelana* und die Maskenbiene *Hylaeus gracilicornis* aus alten Gallen gezüchtet. In offenen, vorjährigen Schilfhalmen (in den Internodien) nisten gelegentlich die Blattschneiderbienen *Megachile centuncularis* und *M. versicolor* sowie die Maskenbiene *Hylaeus pectoralis*.

Reine Schilfröhrichte bieten den in den Schilfgallen oder -halmen nistenden Bienen keine Nahrung. Diese ist aber in der an das Röhricht angrenzenden krautigen Vegetation zu finden, wobei es sich meist um Hochstaudenfluren nasser Standorte oder Feuchtwiesen handelt, gelegentlich (z.B. in der Oberrheinebene) auch um Magerrasen, Fettwiesen oder Ruderalfluren.

Schilfröhrichte fielen vor allem Entwässerungsmaßnahmen, Meliorationen (insbesondere der Landschilfbestände), Gewässerverbauungen und –verschmutzungen zum Opfer und sind nach wie vor gefährdet. In feuchten Flußniederungen sind daher größere Landschilfflächen wieder zu dulden und nachhaltig zu pflegen. Auch in aufgelassenen Kiesgruben sollten sich Schilfbestände entwickeln dürfen. Lückige Landschilfbestände mit geringer Wuchsdichte sollten nicht jährlich in ihrer gesamten Ausdehnung gemäht werden, weil solch ein radikaler Eingriff die Schilfgallen samt den Bewohnern vernichtet. Eine mindestens dreijährige ungestörte

Entwicklung ist für die Lebensgemeinschaft der Gallenbewohner nötig. Kleinere Teilflächen mit lückigem, niederem Schilf sollten aus der regelmäßigen Mahd herausgenommen werden und im Wechsel im Rhythmus von etwa vier Jahren gemäht werden. Oft befindet sich solches schwachwüchsige Schilf mit Gallen auch unter und zwischen Weidengebüsch. Hier kann ganz auf eine Mahd verzichtet werden. Anzustreben ist ein Wechsel verschiedenartiger Röhrichtstrukturen von mehrjährigem Altschilf bis zu frisch gemähten Teilflächen.

2.3 Feuchtgrünland

Unter Feuchtgrünland werden hier die Lebensräume auf nassen bis wechselfeuchten Standorten verstanden, die – wenn nicht landwirtschaftlich intensiv genutzt – meist einen hohen floristischen Artenreichtum aufweisen. Solche Gebiete finden wir in sumpfigen Bereichen an See-, Fluß- und Bachufern und in feuchten Flußniederungen und Bachauen. Das Feuchtgrünland ist vor allem durch Rodung von Bruchwäldern und anschließende Mahd, also durch menschliche Nutzung entstanden und ist den Niedermooren zuzurechnen.

Nicht oder nur selten gemähte Bestände, die sich landeinwärts an die Röhrichte anschließen, sind z.B. die Großseggenriede (artenarme, dichte, oft bultige Bestände hoher Sauergräser, für Wildbienen bedeutungslos) und die Hochstaudenfluren.

Regelmäßig bewirtschaftetes Feuchtgrünland sind die Feuchtwiesen, die sich grob folgendermaßen unterteilen lassen: in ungedüngte, höchstens einmal im Jahr gemähte Pfeifengraswiesen (=Streuwiesen) und gedüngte, zwei- bis dreimal gemähte Kohldistel- oder Sumpfdotterblumenwiesen. Die Vegetation beider Typen wird von den namengebenden Pflanzen geprägt.

Das Mähgut der spät im Jahr gemähten Streuwiesen wurde als Streu anstelle von Stroh für den Stall genutzt (vgl. BAUER in HÖLZINGER 1987: 424ff). Streuwiesen waren früher weit verbreitet, besonders in den anmoorigen Niederungen am Rande der Mittelgebirge und im Flachland. Standortliche, klimatische und geographische Gründe bedingen eine wechselnde Zusammensetzung der Pflanzenarten. Besonders im Voralpengebiet ist die Vegetation reich an Blütenpflanzen, unter denen für Wildbienen besonders wichtig sind: Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*), Sumpf-Schafgarbe (*Achillea ptarmica*), Weiden-Alant (*Inula salicina*), Knollige Kratzdistel (*Cirsium tuberosum*), Sumpf-Hornklee (*Lotus uli-*

ginosus), Sumpf-Platterbse (*Lathyrus palustris*), Blut-Weiderich (*Lythrum salicaria*), Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*).

Die floristische Vielfalt der gedüngten Feuchtwiesen mit ihren hohen Futtererträgen ist nicht so groß wie die der ungedüngten Streuwiesen. Von Bienen werden hier folgende Pflanzen vorwiegend genutzt: Sumpf-Hornklee (*Lotus uliginosus*), Wald-Engelwurz (*Angelica sylvestris*), Sumpf-Pippau (*Crepis paludosa*), Bachdistel (*Cirsium rivulare*).

An Bachufern, Wiesengraben, an den Ufern von Altwasserarmen (z.B. Altrhein) oder auf brachliegendem Feuchtgrünland stehen auffallend bunte Bestände (Hochstaudenfluren), die sich durch hohe Stauden wie Mädesüß (*Filipendula ulmaria*), Blutweiderich (*Lythrum salicaria*), Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*), Zottiges Weidenröschen (*Epilobium hirsutum*), Sumpf-Ziest (*Stachys palustris*) und Gemeiner Baldrian (*Valeriana officinalis*) auszeichnen. In den Gebirgslagen treten Berg-Kälberkropf (*Chaerophyllum hirsutum*) und Eisenhutblättriger Hahnenfuß (*Ranunculus aconitifolius*) hervor.

Das Vorkommen von Streuwiesen und anderer Niedermoorkomplexe konzentriert sich in Baden-Württemberg vor allem auf Oberschwaben und das Allgäu, auf das Donautal, das Bodenseegebiet, die Baar und den Schwarzwald. Hochstaudenfluren nasser Standorte finden sich in allen Landes teilen.

Als Nistplatz für Wildbienen kommen Feuchtgrünländer nicht in Frage. Erst wenn sich nach dem Brachfallen Lockerschilfbestände bilden, können Schilfbewohner einwandern (s. Kap. 2.2).

Die reichen Kräuterbestände der Streu- und Feuchtwiesen und der Hochstaudenfluren dienen zahlreichen Bienenarten als Nahrungsraum. Vor allem im Hoch- und Spätsommer, wenn auf den Wiesen und Feldern der Umgebung große Blütenarmut herrscht, können sie zumindest teilweise den dort für die Wildbienen entstandenen Nahrungsengpaß ausgleichen. Abhängig von den Nistmöglichkeiten benachbarter Bereiche (Auwaldränder, Hecken, Zaunpfähle, Trockenstandorte bei welligem Bodenprofil, Hochwasserdämme) kann die Zusammensetzung der Blütenbesucher erheblich variieren.

Wo in Sand- oder Lößgebieten unter 500 m üNN trockene Bereiche an die Feuchtgrünländer angrenzen, besucht die auf Kardengewächse spezialisierte Sandbiene *Andrena marginata* den Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*). In den Auen der großen Flüsse finden wir die Sägehornbiene *Melitta nigricans* und wesentlich seltener auch die Langhornbiene *Tetralonia salicariae* auf Blutweiderich (*Lythrum salica-*

ria), ihrer typischen Pollenquelle. Eine Charakterart von Feuchtgebieten ist auch die Schenkelbiene *Macropis labiata*, die Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*) bevorzugt.

Die wichtigsten Gefährdungsursachen der Feuchtwiesen sind Entwässerungen, Umbruch in Ackerland, Bodenauftrag, Abgrabungen (Kiesgewinnung) und Aufforstung. Nutzungsintensivierung durch Düngung führt zur völligen Umwandlung und zu einer starken Verarmung von Flora und Fauna. Eine Folge der extremen Gülleausbringung (Stickstoffüberdüngung) im Alpenvorland ist starker Ampferbewuchs. Diese extrem artenarmen »Wiesen« können nur durch Einsatz von Herbiziden oder Umbruch und Neueinsaat nutzbar gehalten werden. Für Wildbienen sind sie völlig wertlos geworden. Auch die Beweidung bewirkt über eine Florenveränderung einen je nach Weideintensität unterschiedlichen Wandel in der Tierwelt. Bei Ausfall der Bewirtschaftung werden die Feuchtwiesen zunächst von sehr langlebigen Hochstaudenfluren abgelöst. Bei fortschreitender Sukzession folgt die Verbuschung oder Bewaldung.

Durch extensive Grünlandnutzung (ein- bis zweischürige Mahd) ist wieder ein ausgeprägter Blütenhorizont anzustreben, wobei Teilbereiche auszusparen sind, damit Blütenpflanzen zur Samenreife gelangen können. Werden Hochstaudenfluren an Gewässerrändern, entlang von Gräben oder in Feuchtbrachen während der Blütezeit im Hochsommer gemäht, bedeutet dies den schlagartigen Entzug der gesamten Nahrungsgrundlage nicht nur für die Bienenarten, die als Spezialisten auf die hier blühenden Stauden angewiesen sind, sondern auch für die gesamte auf Blüten angewiesene Kleinlebewelt. Hochstaudenfluren dürfen daher nur sporadisch und nur außerhalb der Vegetationsperiode gemäht, aber nicht gemulcht werden.

2.4 Wälder

2.4.1 Wälder allgemein

Mitteleuropa ist von den klimatischen Voraussetzungen her weitgehend ein Waldland. Nur wenige Gebiete, wie Salzmarschen, Küstendünen, Moore, Felsen, Geröllflächen, Lawinenbahnen und die Regionen oberhalb der klimatischen Waldgrenze waren von Natur aus unbewaldet. Schon im 6. Jahrhundert begannen großflächige Waldrodungen, die zwischen 900 und 1200 ihren Höhepunkt erreichten. So nehmen Wälder und Forsten heute nur noch gut



Hochstaudenflur mit Blutweiderich (*Lythrum salicaria*) und Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*). Nahrungsraum der Sägehornbiene *Melitta nigricans* und der Schenkelbiene *Macropis labiata*.



Die gesamte gewässerbegleitende Hochstaudenvegetation wurde mitten im Sommer gemäht und damit die Nahrungsgrundlage für viele Wildbienen vernichtet.

30 % der Fläche Mitteleuropas ein. Dabei handelt es sich aber in der Regel um mehr oder weniger stark durch den Menschen beeinflusste Wälder. In der Bundesrepublik Deutschland gibt es eine große Bandbreite verschiedener Waldtypen, auf die hier im einzelnen nicht näher eingegangen werden kann. Daher werden in diesem Kapitel alle allgemein als Wald bezeichneten Bereiche zusammengefaßt.

Die meist licht- und wärmeliebenden Wildbienen meiden in unseren Breiten geschlossene Waldungen. Entsprechend siedeln nur wenige Arten in Wäldern und auch dort finden wir sie vorwiegend an sonnigen Stellen: in Bestandslücken, an äußeren und inneren Waldrändern, auf Waldlichtungen und Kahlschlägen. Bindungen von Bienen an bestimmte Waldtypen sind nicht bekannt, eher an waldspezifische Requisiten, das heißt Kleinstrukturen wie Baumstrünke, abgestorbene Bäume, lichte Bereiche mit offenen Bodenstellen oder in der Krautschicht wachsende Nahrungspflanzen. Dementsprechend können bestimmte Bienenarten in völlig verschiedenen Waldtypen vorkommen, sofern sie dort ihre Ansprüche hinsichtlich Nahrung und Nistplatz erfüllt finden. Einige Bienenarten haben ihren Siedlungsschwerpunkt in Wäldern, obwohl ihre Nistplätze und Nahrungspflanzen auch außerhalb des Waldes zu finden sind. Bei ihnen ist daher ein größerer Anspruch an die spezifischen mikroklimatischen Verhältnisse des Waldes (Waldinnenklima) zu vermuten, wobei die gegenüber dem Offenland größere Kühle ausschlaggebend sein dürfte. Solche auch als »boreo-montan« bezeichnete Arten kommen daher oft in Hochmoor- Gebieten vor. Zu ihnen gehören die Sandbienen *Andrena clarkella* und *A. ruficrus*, die Furchenbienen *Lasioglossum fratellum* und *L. rufitarse* sowie die Mauerbienen *Osmia pilicornis* und *O. uncinata*. Auch die Honigbiene ist ursprünglich ein Waldtier.

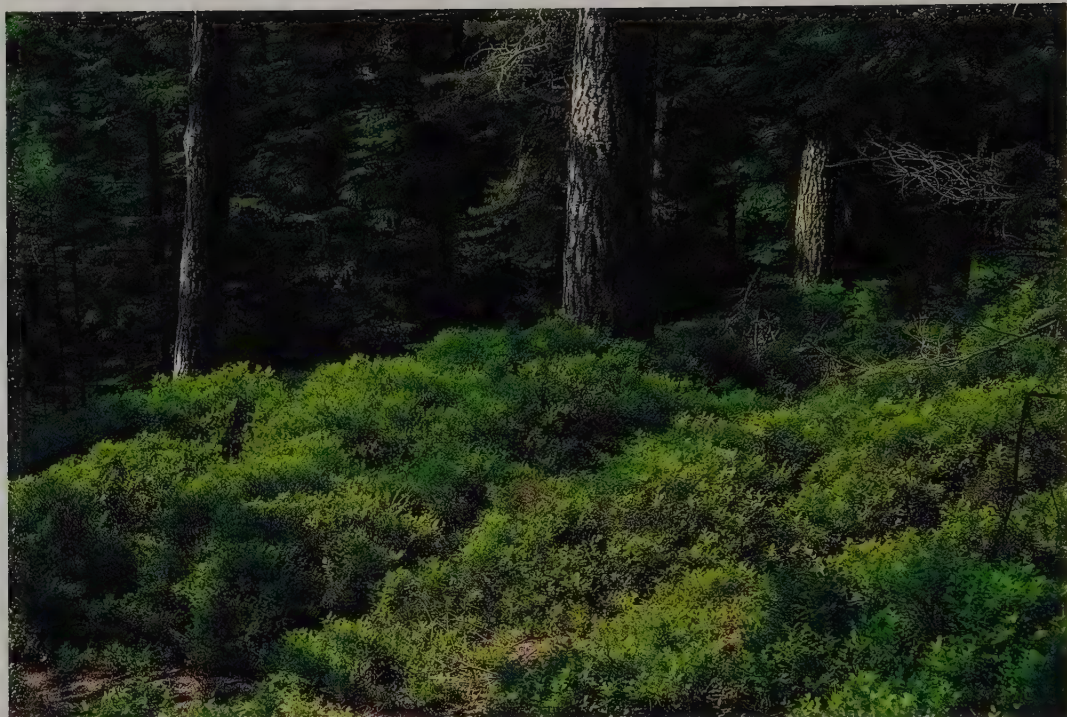
Unter den als Pollenquellen von Wildbienen genutzten Waldbäumen sind in erster Linie Weiden (*Salix*), Ahorne (*Acer*) und Eichen (*Quercus*) von Bedeutung. Nadelhölzer können als Pollenquellen trotz ihres reichen Angebots an Blütenstaub nicht genutzt werden. Die Begleitpflanzenvegetation des Waldes ist für die Besiedlung einiger, teils spezialisierter Bienenarten ebenfalls von ausschlaggebender Bedeutung. In bodensauren, lichten Wäldern wachsen Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) und Heidekraut (*Calluna vulgaris*). Vor allem *Vaccinium*-Arten stellen die Hauptpollenquellen der Sandbiene *Andrena lapponica*. Auch Hummeln verschiedener Arten kann man regelmäßig an Heidelbeerblüten beobachten. Reine, dunkle Fichtenforste, in denen durch den ganzjährigen Schattenfall

und die hohe Nadelstreu keine krautige Vegetation aufkommen kann, können von Wildbienen nicht besiedelt werden.

Nistplätze gibt es in Wäldern in verschiedenster Form. An erster Stelle stehen Totholzstrukturen. Ihre von holzbewohnenden Käfern oder Holzwespen verursachten Fraßgänge werden von Wildbienen als Nistplätze genutzt. Zerfressenes Holz von Nadelhölzern wird von manchen Arten zwar auch für die Nestanlage angenommen, tritt aber in seiner Bedeutung gegenüber den Laubhölzern (z.B. Eichen, Buchen, Eschen, Ulmen, Linden, Obstbäume) zurück. Dies zeigt sich vor allem in der Besiedlung von morschem (weißfaulem) Holz, in dem z.B. die Blattschneiderbiene *Megachile nigriventris* oder die Pelzbiene *Anthophora furcata* nisten. Besonders wertvoll sind daher Althölzer in Laubwäldern. In alten Spechthöhlen nisten die Baumhumme (*Bombus hypnorum*) und andere Hummelarten. Hinter Kiefernrinde baut die Mauerbiene *Osmia uncinata* ihr Nest.

Nicht nur aus Sicht des Wildbienenschutzes ist ein hoher Anteil an dickstämmigem Faul- oder Totholz (Totbäume stehend und liegend, dürre oder morsche Starkäste und Wipfel) wichtig. Auf sonnenexponierte Lage ist zu achten, da von holzbewohnenden Wildbienen in der Regel nur stärker besonnte Holzpartien besiedelt werden. Diese ist am ehesten an Bestandsrändern oder durch Freistellen einzelner abgestorbener Bäume gewährleistet. Da es der Waldfauna in Wirtschaftswäldern im wesentlichen an Totholz mit allen Zerfallsstadien mangelt, sind abgestorbene, kränkelnde und dürre Bäume, Stubben und Starkäste in größerem Umfang als bisher im Bestand zu belassen, auch auf Kahlschlägen. Bei Wind- oder Schneebrüchen stehengebliebene Stämme von mehreren Metern Höhe sollten nicht abgesägt werden. Die verstärkte Förderung von Altholzinseln könnte zu einer entscheidenden Verbesserung der gegenwärtigen Bestandssituation totholzabhängiger Wildbienen führen. In unmittelbarer Nachbarschaft zu den Altholzbeständen ist ein reiches Blütenangebot zu garantieren. Auch die Ausweisung von großen Waldgebieten als Bannwälder, in denen keinerlei Holzwirtschaft betrieben wird und auch einmal ein Windbruch sich selbst überlassen bleibt, ist für die Wildbienen-Fauna der Wälder sehr förderlich.

Vorhandene Waldwege (insbesondere sandige) sollen aufgrund ihrer wichtigen Nistplatzfunktion für erdbewohnende Bienenarten nicht verschottert oder mit einer festen Decke versehen werden. Sind beim Ausbau der Forstwege Befestigungen unumgänglich, so sind als Ersatz für die dadurch vernich-



Lichter Mischwald im mittleren Schwarzwald mit ausgedehnten Beständen der Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*). Lebensraum der Sandbiene *Andrena lapponica*.

teten offenen Bodenstellen wegbegleitend entsprechende Bahnen abzuschieben. Dies gilt vor allem für Waldgebiete auf Fein- und Mittelsandböden. Von Zeit zu Zeit sind diese Strukturen maschinell wieder in den früheren, vegetationsarmen Zustand zurückzusetzen.

Ebenso wichtig ist die Sicherung oder Entwicklung folgender Kleinlebensräume im Wald: offene Sand- oder Lößflächen, Abbruchkanten und Steilwände (z.B. aufgerichtete Wurzelteller), blütenreiche Stellen auf Lichtungen oder an Waldwegen.

Kleine Vernässungen oder vom Wasser überrieselte Böschungen und Gräben sollten bei der Bewirtschaftung möglichst nicht zerstört werden. Hier wächst oft der Pfennig-Gilbweiderich (*Lysimachia nummularia*), der in Waldgebieten fast ausschließlich Nahrungspflanze der Schenkelbiene *Macropis fulvipes*. Sumpfige Stellen mit Blutweiderich (*Lythrum salicaria*) oder Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*) dürfen nicht aufgeforstet werden. Der Entwicklung solcher Hochstaudenfluren sollte (z.B. bei der Anlage von Tümpeln im Wald) mehr Raum gelassen werden. Auch die Bestände des Waldziest (*Stachys sylvatica*) sind zu schonen, weil er die Hauptnahrungspflanze der Pelzbiene *Anthophora*

furcata ist. Für die Weidenspezialisten (z.B. Sandbienen *Andrena clarkella*, *A. ruficrus*) sollten bei der Durchforstung oder sonstigen Pflegeeingriffen auch Nebenbaumarten, wie Salweiden (*Salix caprea*) und andere Weiden-Arten, erhalten und gefördert werden. Kiefernforste aus angepflanzten Wald-Kiefern (*Pinus sylvestris*) stocken oft auf Sandboden. In lichten Teilen solcher Wälder wachsen Sandmagerrasen, z.B. Silbergrasrasen. Sonnige, trocken-warme Kiefernwälder auf Sand, mit Lichtungen und breiten Sandwegen durchsetzt, können bienenreich sein und Übereinstimmungen mit trockenen Sandheiden zeigen. Wenn hier Berg-Sandrapunzel (*Jasione montana*), Natterkopf (*Echium vulgare*), Rainfarn (*Tanacetum vulgare*), Bitterkraut (*Picris hieracioides*), Hasenklees (*Trifolium arvense*), Rundblättrige Glockenblume (*Campanula rotundifolia*) oder Heidekraut (*Calluna vulgaris*) wachsen, sind auch zahlreiche Bienenarten anzutreffen.

Im Bienwald in der Südpfalz fanden BRECHTEL (1986) und ich u.a. die Seidenbiene *Colletes fodiens* mit der Filzbiene *Epeolus variegatus*, die Seidenbiene *Colletes succinctus* mit der Filzbiene *Epeolus cruciger*, die Maskenbienen *Hylaeus variegatus*, *H. difformis* und *H. gracilicornis*, die Zottelbienen *Pan-*

urgus calcaratus und *P. banksianus*, die Sandbienen *Andrena barbilabris*, *A. denticulata*, *A. vaga*, *A. ruficus* und *A. fuscipes* mit der Wespenbiene *Nomada roberjeotiana*, die Furchenbienen *Halictus sexcinctus*, *Lasioglossum quadrinotatum* und *L. sexstrigatum*, die Wollbiene *Anthidium lituratum*, die Harzbiene *Anthidium strigatum* mit der Düsterbiene *Stelis signata*, die Mauerbienen *Osmia gallarum*, *O. uncinata* und *O. tridentata*, die Blattschneiderbiene *Megachile maritima* mit der Kegelbiene *Coelioxys conoidea*, die Pelzbiene *Anthophora bimaculata* mit der Sandgängerbiene *Ammobates punctatus*; außerdem die Pelzbienen *Anthophora furcata* und *A. retusa* mit der Trauerbiene *Melecta luctuosa* sowie die Keulhornbienen *Ceratina callosa*, *C. cucurbitina* und *C. cyanea*.

Nicht nur eine chemische, auch eine mechanische Bekämpfung von »Unkräutern« im Wald, insbesondere auf Aufforstungsflächen und Waldschlägen, sowie das Mähen von Wegrändern im Sommer vernichten schlagartig den gesamten Blütenhorizont für die sich hier konzentrierenden Blütenbesucher und dezimieren damit deren Bestände erheblich. Grenzertragsflächen wie Feuchtwiesen, Magerasen, Moore, Heiden, Dünen oder Brachen dürfen nicht weiterhin aufgeforstet werden.

2.4.2 Auwälder

Auwälder im Überflutungsbereich von Flüssen und Bächen spielen für Wildbienen in erster Linie als Nahrungsräume eine Rolle. An Rhein und Donau lassen sich im Auenbereich folgende, für Wildbienen wichtige Vegetationstypen unterscheiden:

(1) Weidengebüsche: Diese niederwüchsigen, oft nur kurzlebigen Pioniergehölze stocken auf Kiesinseln und enthalten vor allem Purpur-Weide (*Salix purpurea*), Korb-Weide (*Salix viminalis*) und Mandel-Weide (*Salix triandra*).

(2) Weichholzaue: An tiefer gelegenen, lange überfluteten Standorten, die in manchen Jahren bis zu 3–4 Monate lang überschwemmt sind, wachsen lockere Wälder. Sie sind durch die Silberweide (*Salix alba*) charakterisiert, die an die lange Überflutung angepasst ist. Eine Krautschicht kann sich hier zumindest in den ersten Monaten der Vegetationsperiode nicht ausbilden.

(3) Hartholzaue: Im Bereich gelegentlicher Überschwemmungen wachsen Stieleichen (*Quercus robur*) und Ahorn-Arten (*Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*).

Wichtige Komponenten der Auwälder sind die Weidenarten, die für viele Frühjahrs-Wildbienen

wichtige, für die Weidenspezialisten sogar unverzichtbare Pollenquellen sind. Die in den Hartholzwäldern wachsenden Stieleichen und Ahornarten sind ebenfalls hervorragende Pollenquellen. Da für die Brut besonnte, vegetationsfreie oder -arme, trockene Flächen nötig sind, muß zur Erhaltung der Weidenbesucher eine Verzahnung von feuchten und trockenen Bereichen gegeben sein.

Intakte Auwälder gibt es nur noch an wenigen Flußabschnitten (am Oberrhein z. B. im NSG Taubergießen). Alle Restbestände sind daher hochgradig schutzwürdig. Ihre Umwandlung in struktur- und artenarme Wirtschaftsforste aus Pappelhybriden entzieht zahlreichen Bienenarten und vielfältigen Artengemeinschaften aus anderen Organismengruppen die Lebensgrundlage.

2.4.3 Niederwälder

Eine Sonderform von Wäldern sind Niederwälder. Früher waren sie viel weiter verbreitet und dienten den Bauern als Brennholzvorrat und zur Gewinnung von Nutzholz oder Gerbrinde. Im Turnus von 30–60 Jahren wurden alle Bäume in geringer Höhe



Frühlingsaspekt eines Auwaldes am Oberrhein zur Flugzeit mehrerer Arten von Sandbienen (*Andrena*) und Wespenbienen (*Nomada*). Hier findet man auch Triungulinen und den Ölkäfer *Meloe violaceus*.

über dem Boden abgesägt oder abgehackt. Laubholzarten wie Eichen, Hainbuchen, Weiden, Erlen, Linden, Eschen, Birken und Ulmen konnten sich anschließend durch Stockausschlag wieder verjüngen.

In Schleswig-Holstein gibt es sogenannte Eichenkratts, das sind stark von besonnten Heidelichtungen durchsetzte Eichen-Niederwälder. In einem solchen Eichenkratt, dem Reher Kratt, hat EMEIS (1967) 76 Wildbienen-Arten nachgewiesen.

2.5 Kahlschläge

Waldlichtungen entstehen unter natürlichen Bedingungen durch Windbruch. Den Waldlichtungen ähnlich sind Kahlschläge, die durch bestimmte forstliche Bewirtschaftungsmethoden bedingt sind. In Laubwäldern werden heute Kahlschläge meist vermieden. In Fichtenwäldern ist die Kahlschlags-Wirtschaftsweise noch verbreiteter. Auf den künstlichen Waldlichtungen bilden sich schnell Bestände von Hochstauden (Schlagfluren), die für Blütenbesucher bedeutsam sind. Typische Schlagpflanzen sind Schmalblättriges Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*), Wald-Kreuzkraut (*Senecio sylvaticus*) und Roter Fingerhut (*Digitalis purpurea*). Zusammen mit anderen Pflanzen ergibt sich so, vor allem auf sandigen Kahlschlägen, ein reiches Blütenangebot vom Frühjahr bis zum Herbst. Am Rande der Kahlschläge stellt sich nach und nach eine Waldrandflora ein. Nach wenigen Jahren treten, abhängig vom Boden, verschiedene Sträucher und Gehölze auf z. B. Holunder (*Sambucus nigra*), Weiden (*Salix*) oder Faulbaum (*Frangula alnus*).

Sandige Kahlschläge sind besonders reich an Bienen. Der Grund liegt im günstigen Angebot trockener Nistplätze in Gestalt sandiger vegetationsarmer Flächen, kleiner Abbruchkanten und alter Stubben. HAESELER (1972) stellte in Schleswig-Holstein auf einem sandigen Kahlschlag 91 Bienenarten fest. In den »Mikrosteilwänden« umgestürzter Wurzelteller fand er z. B. die Nester der Fuchsbiene *Lasioglossum rufitarse*. An niedrigen Wegböschungen nisteten die Sandbienen *Andrena apicata* und *A. nitida* in Anzahl. Überhaupt wiesen sonnenbeschienene sandige Kahlschlagwege die dichteste Besiedlung auf. Die Nester der Sandbiene *Andrena wilkella*, der Fuchsbienen *Halictus tumulorum*, *H. rubicundus* und *Lasioglossum leucozonium* waren hier neben vereinzelt Nestern anderer Arten sehr zahlreich. Auf schütter bewachsenen Kahlschlagflächen legten die im zeitigen Frühjahr fliegenden

Sandbienen *Andrena clarkella*, *A. haemorrhoea* und *A. bicolor* ihre Nester an. Brombeer- und Himbeergebüsche dienten mehreren Bienenarten gleichzeitig als Nist- und Nahrungsraum. Unter den auf dem Kahlschlag wachsenden Blütenpflanzen wiesen Weiden (*Salix*) mit 21, Brombeeren (*Rubus fruticosus*) mit 20 und Berg-Sandrapunzel (*Jasione montana*) mit 16 Bienenarten die höchsten Besucherzahlen auf. Daneben wurden insbesondere Huflattich (*Tussilago farfara*), Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria*), Große Sternmiere (*Stellaria holostea*), Gewöhnliches Lungenkraut (*Pulmonaria officinalis*), Gamander-Ehrenpreis (*Veronica chamaedrys*), Habichtskräuter (*Hieracium*) sowie Disteln (*Cirsium*) häufig besucht.

BRECHTEL (1986) untersuchte einen Kahlschlag von der Größe eines halben Hektars auf einer größtenteils bewaldeten Flugsanddüne im Bienwald (Südpfalz). Auf dieser kleinen Fläche konnte er die erstaunliche Zahl von 104 Bienenarten nachweisen, darunter zahlreiche gefährdete Arten. Wichtige Komponenten dieses hoch interessanten Lebensraums waren offene Flugsandflächen, Altholzstrukturen (Kiefernaltholz, Baumstümpfe, Zaunpfähle) und hohle Pflanzenstängel als Nistplätze sowie das reiche Blütenangebot vor allem in Form verschiedenster Schlag- und Ruderalpflanzen. Botanisch war dieser Kahlschlag durch keine gefährdeten oder seltenen Pflanzengemeinschaften oder -arten in Erscheinung getreten.

Es gilt, den Blütenreichtum von Kahlschlägen so lange zu erhalten, wie aus forstlicher Sicht möglich. Am günstigsten wäre es, wenn Neuaufforstungen erst nach Ablauf der ersten, blütenreichen Pionierphase erfolgen würden. Vorteilhaft für Wildbienen ist auch die Entnahme kleinerer Baumgruppen anstatt großflächiger Kahlhiebs. Daraus ergibt sich eine größere Standortvielfalt und eine höhere Randwirkung. Der völlige Verzicht auf eine Neuaufforstung nach einem Kahlhieb speziell auf Flugsandfeldern z. B. der Oberrheinebene bietet die einmalige Chance, den extrem gefährdeten Sandbewohnern neue Existenzmöglichkeiten zu verschaffen. Daß dies von großer faunistischer Wirkung ist, zeigen die oben zitierten Untersuchungen und Bemühungen von BRECHTEL in einem Flugsandgebiet im Bienwald, wo sich mit dem zuständigen Forstamt eine fruchtbare Zusammenarbeit ergab.

2.6 Waldränder

Waldränder sind Grenzlinien, wo der Wald mit baumfreien Flächen Kontakt hat. Mit der Waldrodung wurden viele Waldränder zu anthropogenen Landschaftselementen, während vor der Nutzung durch den Menschen sich natürliche Waldränder an klimatischen Verbreitungsgrenzen (z. B. im Hochgebirge), als lokale Grenzen an Seen, Flüssen, Mooren und Felsen oder innerhalb der Wälder fanden. Waldaußenränder sind Übergangsformen zwischen Wald und offener Landschaft. Hier vermischen sich Bewohner des Waldes mit denen des Offenlandes. Entsprechende Strukturen innerhalb von Wäldern, z. B. entlang von Wegen oder auf Kahlschlägen, bezeichnen wir als Waldinnenränder. Waldaußenränder schließen mit dem Trauf ab, der von der äußersten Reihe des Baumbestandes gebildet wird. Die dem Wald unmittelbar vorgelagerten Sträucher werden als »Mantel« bezeichnet, die dem Mantel vorgelagerten oder sich unter ihm ausbreitenden krautigen Pflanzen als »Saum«. In diesem krautigen Saum treffen sich vergleichsweise viele Pflanzenarten. Die Bandbreite reicht von wärmebedürftigen, trockenheitsertragenden Arten auf flachgründigen Kalkböden in extremer Südexposition bis hin zu nährstoff- und luftfeuchtebedürftigen Arten schattenseitiger Lagen auf fruchtbaren Böden.

Der Waldrandbereich kann eine ganze Palette von Pflanzen der Wälder, der Gebüsche, der Zwergstrauchheiden, der Magerrasen, der Wiesen und Ruderalfluren beherbergen. Die Flora kann daher ausgesprochen vielfältig sein. So hat ZERBE (1987) an 14 südexponierten Waldrändern im Heckengäu allein 285 Pflanzenarten festgestellt. Es ist unmöglich, an dieser Stelle alle am Waldrand potentiell vorkommenden Wildbienen-Nahrungspflanzen anzuführen.

Waldränder können an unterschiedliche Standortkomplexe angrenzen: Felsen, Abwitterungshalden, Magerrasen, Zwergstrauchheiden, Viehweiden, Fettwiesen, Brachen, Äcker, Wege, Flußufer, Gärten, Parkanlagen. Auch dies erhöht die Variabilität der Ausprägung von Waldrändern.

Für eine Besiedlung durch Wildbienen und deren faunistische Zusammensetzung sind mehrere Faktoren entscheidend:

(1) Vegetation: Die Baumartenzusammensetzung, die Art des Gebüschmantels und die vorgelagerte Krautschicht (z. B. Hochstauden- oder Ruderalfluren) mit ihrem Blütenangebot haben einen großen Einfluß darauf, welche Bienenarten hier Nahrung finden. Laub- oder Mischwaldränder sind

günstiger als Nadelwaldränder. Vor allem ein dichter Fichtentrauf ist für Wildbienen extrem lebensfeindlich.

(2) Klimatische Faktoren: Südost- bis südwest-exponierte Waldränder sind wesentlich artenreicher als nordexponierte, wo allerdings ebenfalls Wildbienen auftreten, z. B. die ein eher kühles Mikroklima bevorzugende Sandbiene *Andrena coitana*. Auch die Hangneigung und die Meereshöhe sind Faktoren der Artenzusammensetzung.

(3) Untergrund: Steinig-lehmige Böden weisen eine andere Zusammensetzung von bodennistenden Bienenarten auf als kalkreiche Lößböden, Sandsteinverwitterungsböden oder Flugsandböden.

(4) Kleinstrukturen: Vor allem vegetationsfreie Stellen oder Bodenarisse sind für erdbewohnende Waldrand-Bienen unverzichtbar zur Nestanlage. Oberirdisch nistenden Arten dienen Totholzstrukturen mit morschen Partien oder Käferfraßgängen, hohle Bäume, dürre Ranken (Brombeeren), Steinhäufen oder leere Schneckenhäuser als Nistplätze.

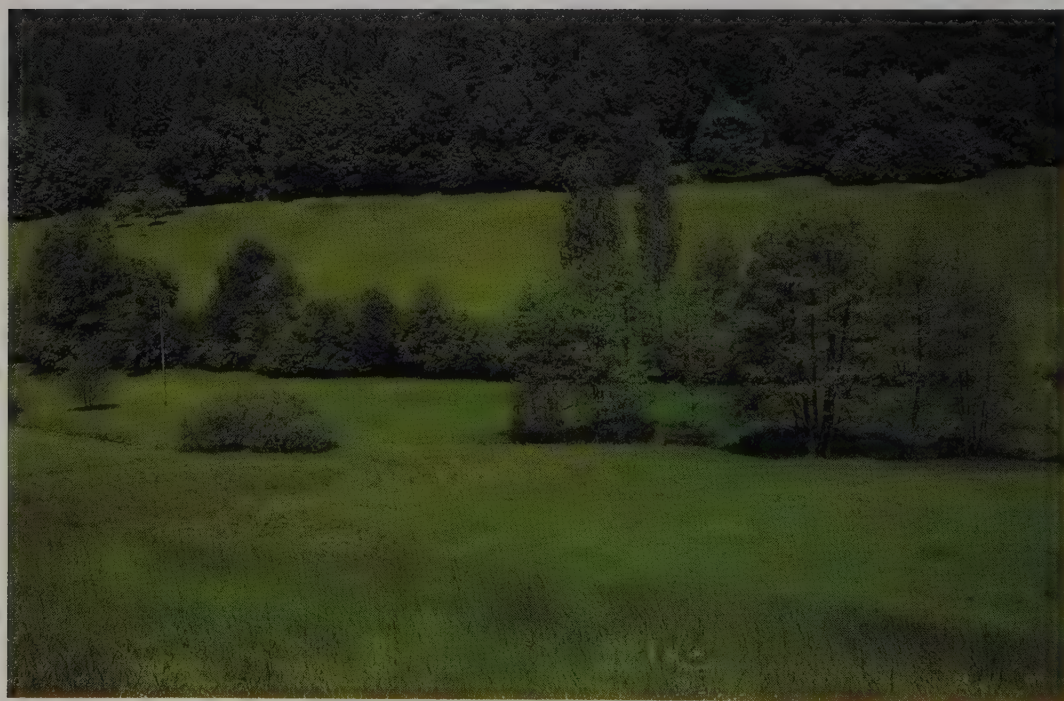
(5) Auch die dem Waldrand vorgelagerte Nutzfläche hat erheblichen Einfluß auf die Zusammensetzung der Bienenfauna. Magerrasen, trockene Wiesen und Weinbergbrachen bedingen dabei eine reiche Bienenfauna, während eine unmittelbar angrenzende Ackernutzung eine extreme Artenarmut verursacht.

Die Besiedlung der Waldränder durch Wildbienen hängt also wie bei allen anderen Lebensraumkomplexen neben dem Kleinklima stark von dem Angebot an Requisiten, also Nistplätzen, Nahrungspflanzen und Baustofflieferanten ab. Dementsprechend unterschiedlich kann die Zusammensetzung der Bienenfauna sein.

Über die Bienenfauna von Waldrändern liegen nur wenige Veröffentlichungen vor. WOLF (1968) hat die Bienen- und Wespenfauna eines 40 m langen sauerländischen Waldrandes, den er in den Jahren 1946–1948 untersucht hat, anschaulich dargestellt. Allein 119 Bienenarten wurden von ihm dort aufgefunden. Ich selbst meldete von einem Waldrand des Schönbuchs, einem ausgedehnten Waldgebiet südlich von Stuttgart, 70 Bienenarten (WESTRICH 1980). In jüngerer Zeit wurden von mir weitere 6 naturnahe, mindestens 200–300 Jahre alte Waldränder im Tübinger Raum untersucht. Innerhalb einer nur 5 m breiten, direkt an den Waldrand angrenzenden Zone konnte ich 120 Bienenarten nachweisen. Dies ist mehr als die Hälfte der gesamten Bienenfauna des Tübinger Gebiets! Es zeigt, wie ungemein wichtig reich strukturierte Waldränder mit einer historisch und meist geologisch bedingten Wiesen-Wald-Grenze für Wildbienen sind.



Teil einer Waldlichtung im Naturpark Schönbuch südlich von Stuttgart. An den vegetationsarmen, sandigen Stellen nistet die Sandbiene *Andrena clarkella* in größerer Zahl.



Das strukturreiche Moosalbtal im nördlichen Schwarzwald mit alten Waldrändern, trockenen Hang- und feuchten Talwiesen sowie Ufergehölzen, ein historisch gewachsener Komplex verschiedener Wildbienenlebensräume.



Sonnenexponierte Lößlehmflächen im Saumbereich eines Mischwaldes in Kontakt zu mageren Wirtschaftswiesen. Hier nisten die Bastardbiene *Trachusa byssina*, die Furchenbiene *Halictus maculatus*, die Sandbiene *Andrena fulvago* und zahlreiche andere Bienenarten.



Lückige Vegetation im Wurzelbereich einer Eiche an einem Waldrand. An den offenen Bodenstellen nisten mehrere Arten von Furchenbienen (*Halictus*, *LasioGLOSSUM*) und Sandbienen (*Andrena*).



Durch die Anlage befestigter Wirtschaftswege entlang von Waldrändern wird die Lebensgemeinschaft der alten Nutzungsgrenze zwischen Wald und Grünland nachhaltig beeinträchtigt oder völlig vernichtet. Hier ist noch ein zwar schmaler, aber blütenreicher Krautsaum vorhanden, in dem einige Bienenarten gerade noch ausreichende Existenzbedingungen vorfinden.

Nur für wenige Bienenarten können Waldränder als Gesamtlebensraum fungieren. Solche Arten sind z. B. die Sägehornbiene *Melitta haemorrhoidalis* und die Glanzbiene *Dufourea dentiventris*, die beide ausschließlich Glockenblumen (*Campanula*) besuchen und an lückigen Stellen des Waldrandes nisten. Meist ist der Waldrand aber nur Teillebensraum, also entweder Nahrungs- oder Nistraum. Teilsiedler, die am Waldrand nur nisten, sind auf die Blüten des Offenlandes oder des Waldinneren angewiesen. Dort, wo in hängigem Gelände z. B. die auf Karden gewächse spezialisierte Sandbiene *Andrena marginata* an einer vegetationsfreien Stelle nistet, besucht sie auf der angrenzenden mageren Wiese die Tauben-Skabiose (*Scabiosa columbaria*) oder sie begibt sich zur Talaue, wo der Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*) auf einer staunassen Wiese wächst. Auch die zwischen Gebüsch in einem leeren Schneckenhaus nistende Mauerbiene *Osmia bicolor* nutzt überwiegend das außerhalb des Waldes vorhandene Blütenangebot. Die Mauerbiene *Osmia leaiana*, die in Käferfraßgängen ihr Nest anlegt, besucht die in benachbarten Ruderalfluren wachsenden Disteln. Für andere Teilsiedler ist der Waldrand nur Nahrungsraum. Die in einer nahegelegenen Wiesenböschung nistende Sandbiene *Andrena bucephala* z. B. fliegt zum Waldrand, um dort auf dem Feld-Ahorn (*Acer campestre*) zu sammeln. Arten, die innerhalb des Waldes nisten, wie manche Hummeln, nutzen ebenfalls das Nahrungsangebot des Waldrandes.

Bienenarten, die ihren Siedlungsschwerpunkt an Waldrändern haben, sind: die Mauerbienen *Osmia parietina*, *O. pilicornis* und *O. uncinata*, die Maskenbiene *Hylaeus rinki*, die Sandbienen *Andrena clarkella*, *A. coitana*, *A. ferox*, *A. fucata* und *A. ruficrus*, die Furchenbiene *Lasioglossum rufitarse*, die Sägehornbiene *Melitta haemorrhoidalis*, die Schenkelbiene *Macropis fulvipes*, die Blattschneiderbiene *Megachile nigriventris* und die Pelzbiene *Anthophora furcata*.

Weitere, regelmäßig an Waldrändern anzutreffende Bienenarten sind u. a.: die Maskenbienen *Hylaeus communis* und *H. sinuatus*, die Sandbienen *Andrena bicolor*, *A. curvungula*, *A. fulvago*, *A. haemorrhoa*, *A. helvola*, *A. lathyri* und *A. pandellei*, die Furchenbienen *Halictus tumulorum*, *Lasioglossum albipes* und *L. fulvicorne*, die Harzbiene *Anthidium strigatum*, die Löcherbiene *Heriades truncorum*, die Scherenbienen *Stelis breviscula* und *S. ornatula*, die Scherenbienen *Chelostoma florissome* und *C. fuliginosum*, die Mauerbienen *Osmia bicolor*, *O. caerulescens*, *O. claviventris*, *O. fulviventris*, *O. gallarum*, *O. leaiana*, *O. leucomelana* und *O. rufa*, die Blattschneiderbiene *Megachile willughbiella*, die Hummeln

Bombus hypnorum und *B. sylvarum*, die Schmarotzerhummel *Psithyrus norvegicus*.

Durch Anlegen befestigter Wirtschaftswege an Waldrändern, zunehmende acker- oder weinbauliche Nutzung bis unmittelbar an den Hochwald (z. B. Mais- oder Getreideäcker, Rebkulturen) sowie Aufforstung vor dem bisherigen, in der Regel historisch gewachsenen Waldrand und damit verbundene Waldrandbegradigung und Strukturverarmung wurde und wird die Lebensgemeinschaft der Waldränder zunehmend zerstört. In weiten Teilen Süddeutschlands sind kaum noch intakte Waldränder vorhanden. Ein verstärkter Schutz der Restbestände vor allem an alten nutzungsbedingten Feld-Wald-Grenzen in Mittelgebirgslagen ist daher unbedingt voran zu treiben. Gleichzeitig ist die Entwicklung »neuer«, natürlich aufgebauter Waldränder notwendig. Dies ist allerdings eine Langzeitaufgabe, die eine Kooperation zwischen Forst- und Landwirtschaft erfordert.

Sollen Waldaußenränder ihrer Artenschutzfunktion gerecht werden, müssen sie aus Baumschicht, Strauchmantel und krautigem Saum unregelmäßig, locker und stufig aufgebaut sein. Unter den Gehölzen sind besonders Weiden und Brombeeren längs der Waldränder zu fördern. Die für Bienen besonders wichtigen sonnenseitigen, also süd, südost- und südwestexponierten Ränder sollten eine standorttypische krautige, nutzungsfreie Zone von mindestens 10 m vor dem Gehölzrand aufweisen. Dies ist zwar nicht immer leicht zu realisieren, sollte aber unbedingt angestrebt werden. Aber auch bereits ein 5 m breiter Streifen bietet vielen Arten Existenzmöglichkeiten. Bei der Linienführung können Einbuchtungen und Vorsprünge die Randlänge und damit die biologische Vielfalt erhöhen. Zur Erhaltung der Strauchschicht genügen regulierende Eingriffe in unregelmäßigen Abständen. Die krautige Zone sollte hin und wieder, möglichst abschnittsweise gemäht, nicht gemulcht werden. Staudensäume sind dabei nach Möglichkeit zu schonen, da sie meist empfindlich auf eine Mahd während der Vegetationsperiode reagieren. Sind Wege in Waldrandnähe unbedingt erforderlich, sollten sie mindestens 30 m Abstand vom Gehölzrand haben und keinesfalls befestigt, also verschottert oder asphaltiert sein. Vor allem in hängigem Gelände (Mittelgebirge) ist eine extensive Grünlandnutzung im Anschluß an den Wald anzustreben.

Ein unregelmäßiges Bodenprofil trägt zur Standortvielfalt bei. Sonnenexponiertes, dickstämmiges Totholz, Steinhaufen sowie vegetationsfreie, sandige und lehmige Bodenansätze sind bestandfördernde Sonderstrukturen und erhöhen den faunisti-

schen Wert eines Waldrandes. Waldinnenränder, also Bestandesgrenzen innerhalb des Waldes, z. B. entlang von Wegen, müssen erhalten und gepflegt werden. Hier erweist sich eine krautige Zone von 5 m als bereits in vieler Hinsicht wertvoll. Dieser Bereich sollte während der Vegetationsperiode nicht gemäht werden, weil das Blütenangebot im Wald vor allem während des Sommers ohnehin gering ist und die Blütenbesucher daher auf den Blütenhorizont der Säume angewiesen sind. Auf Mulchen ist hier ganz zu verzichten. An Waldbächen sollte entweder ein mindestens 10 m breiter Hochstaudensaum nicht mit Waldbäumen bestockt und in mehrjährigem Turnus gemäht werden oder ganz der natürlichen Entwicklung überlassen bleiben.

2.7 Hecken und Feldgehölze

Hecken und Feldgehölze stehen oft als Rest des einstigen Waldlandes auf Hangkanten, Bacheinschnitten, Felsschultern, Wegeinschnitten und Terrassen. Sie säumen Grenzzirne und Steinriegel entlang von Feldern und Wiesen. Im Regelfall stellen sie aber keine ursprünglichen Lebensräume dar, sondern sind fast stets vom Menschen stark geformt. Landschaftsprägend sind Hecken in weiten Teilen Mitteleuropas, wie z. B. die Wallhecken (Knicks) in Schleswig-Holstein, die auf Wällen aus Erde und Steinen stehen. Aber auch in anderen Gebieten Deutschlands sind Hecken typische Gliederungselemente der Landschaft. In Baden-Württemberg finden sie sich in vielen Landesteilen, vor allem im Heckengäu, auf der Schwäbischen Alb, im Kocher-Jagst-Gebiet und im Taubertal.

Hecken können als doppelte Waldränder mit entgegengesetzten Expositionen aufgefaßt werden. Als Ergebnis einer langwährenden Entwicklung finden wir in einer vielschichtigen, naturnahen Hecke eine Vielzahl verschiedener Straucharten und eine ausgeprägte Krautschicht am Boden. Gelegentlich sind Bäume eingestreut. Die floristische Zusammensetzung der Hecken variiert erheblich je nach Boden, Feuchteverhältnissen, Klima und Bewirtschaftung. Unter den Sträuchern und Bäumen der Hecken finden sich solche, die als Nektar- und Pollenquellen für Wildbienen von hoher Bedeutung sind: Sal-Weide (*Salix caprea*), Grau-Weide (*Salix cinerea*), Ohr-Weide (*Salix aurita*), Weissdorn (*Crataegus*), Schlehe (*Prunus spinosa*), Brombeere (*Rubus*), Wildrosen (*Rosa*), Stachelbeere (*Ribes uva-crispa*), Liguster (*Ligustrum vulgare*), Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*),

Feldahorn (*Acer campestre*), Stieleiche (*Quercus robur*), Traubeneiche (*Quercus petraea*), Süßkirsche (*Prunus avium*). Aufgrund ihrer markhaltigen Zweige und Ranken dienen Brombeeren (*Rubus*) und Holunder (*Sambucus nigra*) als Nistplätze, ebenso die abgestorbenen oder morschen Äste von alten Bäumen.

Unter einer nicht zu dichten Laubholzhecke kann sich eine Krautschicht entwickeln, ähnlich der eines lichten Laubwaldes. Hier wachsen frühblühende Arten wie Lungenkraut (*Pulmonaria*) oder Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria*). Wenn im Idealfall die bewirtschaftete Feldflur nicht hart an den Gebüschmantel heranreicht, ist die Hecke von einem vielfältigen Saum aus krautigen Pflanzen unterschiedlichster Standortansprüche umgeben. Das Spektrum reicht von wärmebedürftigen, trockenheitsertragenden Arten wie Dost (*Origanum vulgare*) oder Mittlerer Klee (*Trifolium medium*) bis hin zu Ruderalarten nährstoffreicher Stellen wie Giersch (*Aegopodium podagraria*), Hecken-Kälberkropf (*Chaerophyllum temulum*) und Schöllkraut (*Chelidonium majus*).

Sonderfälle stellen die vergleichsweise artenarmen Weidengebüsche an Gewässern und in Flußauen und die Brombeergebüsche (z. B. in Weinbergbrachen) dar, die aber aus Sicht der Bienenfauna ebenfalls von Bedeutung sind.

Hecken und Feldgehölze dienen zahlreichen Bienenarten als Lebensraum. Lage, Alter, Struktur und Zusammensetzung der Hecken, der Untergrund (Sand, Lehm) sowie das Umfeld bestimmen weitgehend die Zusammensetzung ihrer Bienenfauna. In vieler Hinsicht gibt es Übereinstimmungen mit dem Arteninventar der Waldränder, echte Waldarten fehlen jedoch. Für die Erhaltung einer vielfältigen Bienenfauna in den Feldfluren sind Hecken ebenso wichtig wie Waldränder. Krautschicht und blühende Bäume und Sträucher bieten Nahrung, trockene Stängel von Brombeere, Himbeere und Holunder sowie Käferfraßgänge in altem Holz Nistmöglichkeiten. In lichten Bereichen oder im schütter bewachsenen Saum können auch im Boden nistende Arten ihre Nester anlegen. Breite Säume können als Nistplatz für wichtige Bestäuber dienen, die in landwirtschaftlichen Kulturen ihre Nahrungsansprüche erfüllt sehen und dort auch als Bestäuber fungieren (Obstbau, Rotklee- und Luzernefelder). Wichtige Zusatzstrukturen der Hecken sind stellenweise eingestreute alte Baumstubben und Steinhaufen. Die Hecke kann also Nistplatz und Nahrungsraum sein. Für manche Arten ist die Hecke nur Teillebensraum. Arten, denen die Hecke nur als Nistplatz dient, müssen ihre Nahrungsansprüche im Umfeld



Feldhecke im Hecken-Gäu.

(Wiesen, Felder, Magerrasen, Brachen) erfüllt finden. Ähnliches gilt auch für Arten, die ihre Brutstätten außerhalb der Hecken haben (z.B. in alten Zaunpfählen) und in den Hecken lediglich Nahrung suchen. Ein struktur- und blütenreiches Umfeld gehört daher notwendigerweise zum Gesamtlebensraum solcher Bienenarten, für die die Hecke nur Teillebensraum ist.

Charakteristische Bienenarten von Hecken sind die Maskenbienen *Hylaeus brevicornis* und *H. communis*, die Sandbienen *Andrena bicolor*, *A. chrysocetes* und *A. haemorrhoa* mit den Wespenbienen *Nomada fabriciana* und *Nomada bifida*, die Sägehornbiene *Melitta haemorrhoidalis* sowie die Mauerbiene *Osmia leucomelana* mit der Düsterbienne *Stelis ornata*. Auch verschiedene Hummelarten legen ihre Nester im Schutz der Hecke an.

Während Hecken jahrhundertlang augenfällige Strukturelemente der bäuerlichen Landschaft waren, wurden in der jüngsten Zeit im Rahmen von Flurbereinigungen und Meliorationen zur Technisierung der Landbewirtschaftung alte, vielseitig aufgebaute Hecken oft ersatzlos beseitigt, obwohl ihre landschaftsökologische Bedeutung immer wieder betont worden war. In der intensiv genutzten Agrarlandschaft vor allem des Flachlandes zählen daher

alte Hecken und Feldgehölze zu den stark bedrohten Lebensräumen und mit ihrem Verschwinden haben auch zahlreiche Bienenarten stark abgenommen. Gerade in den heutzutage an Blüten und Kleinstrukturen weitgehend ausgeräumten Feldfluren spielen sie als Refugien für Wildbienen eine besonders wichtige Rolle.

Wenn sich Strauchhecken im Laufe der Zeit nicht zu Baumhecken entwickeln sollen, durch deren Schattenwurf der Unterwuchs verdrängt würde, ist eine Verjüngung notwendig, die sich in der Vergangenheit aus der extensiven Bewirtschaftung der Kleingehölze als Nutz- und Brennholzlieferant in 5–15jährigen Perioden (ELLENBERG 1986) von selbst ergab.

Wie bei der traditionellen Nutzung sollten die Sträucher periodisch auf den Stock gesetzt (in Bodennähe abgeschnitten) werden. Dadurch verjüngen sie sich wieder. Das auf den Stock setzen sollte jedoch immer nur abschnittsweise erfolgen und nie die gesamte Hecke auf einmal erfassen, weil dies einen erheblichen Eingriff in die Lebensgemeinschaft darstellt. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß die Hecke ihre vielfältigen Funktionen kontinuierlich erfüllen kann. Beim Absägen ist auf das Belassen von Stümpfen für holzbewohnende

Insekten zu achten. Bei der Heckenpflege kann man aber auch des Guten zuviel tun. Warum sollten einzelne Hecken nicht auch natürlicherweise alt werden und sich aus sich selbst heraus verjüngen dürfen? Auch Überhälter dürfen vereinzelt in Hecken vertreten sein. In ausgedehnten Heckengebieten sollten alle Altersklassen vorkommen.

Weiden haben eine besondere Bedeutung als Nahrungsquellen für Bienen, in den Flußauen ganz besonders für die auf Weiden spezialisierten Bienenarten. Bei der Heckenpflege sollten daher immer einzelne Weiden stehen bleiben. Zur Förderung der Mark-Bewohner kann man mit einer Rebschere das Mark dürre Brombeerranken durch einfaches Abschneiden der Enden freilegen. Bei der Heckenpflege anfallende dürre Brombeerranken sollten nicht verbrannt werden, weil sich in ihnen Nester von Wildbienen sowie von Grab- und Faltenwespen befinden. Da dürre Zweige und Ranken wichtige Nistplätze sind, sollte man einen Teil der Heckensträucher (Brombeere, Holunder, Rosen) auch alt werden und natürlicherweise zusammenbrechen lassen.

Damit sich die Bienen-Lebensgemeinschaft der Hecken gut entfalten kann, sind breite, nicht oder nur extensiv genutzte, krautige Säume von möglichst 4 m, besser 10 m Breite, vor allem an den Südrändern der Hecke (Besonnung) wichtig. Im Unterschied zu anderen Mangellebensräumen lassen sich Hecken und Feldgehölze leichter ersetzen oder neu anpflanzen. Ersatzpflanzungen sind zwar sinnvoll, können aber erst nach Jahren oder Jahrzehnten gleichwertige Lebensraum-Funktionen wie alte Hecken erfüllen. Werden die neuen Hecken auf ehemaligen Ackerflächen gepflanzt, können sich aufgrund des Nährstoffreichtums keine mageren Säume mehr entwickeln. Die Erhaltung alter Hecken auf nährstoffarmen Standorten muß daher unbedingte Priorität besitzen. Auch Gebüschpflanzungen an Straßen, vor allem an den Autobahnhängen, können Feldhecken höchstens teilweise ersetzen, weil sie oft nicht aus standortgerechten Arten zusammengesetzt sind und vom Verkehr stark beeinträchtigt werden. Derzeit ist oft die Tendenz festzustellen, möglichst viele zur Verfügung stehende Flächen zu bepflanzen. Eine Neupflanzung darf aber nicht andere, ebenso wichtige Kleinlebensräume zerstören, wie Magerrasen, blütenreiche Feldraine oder Böschungen mit vegetationsfreien oder nur schütter bewachsenen Stellen. Vor der Anpflanzung sollte daher unbedingt geklärt werden, ob nicht durch das Anlegen einer Hecke ein wichtiger Nist- oder Nahrungsraum von Wildbienen zerstört wird. Dies gilt insbesondere für Sand-

und Lößböschungen. Völlig gehölzfreien, krautigen Feldrainen oder Böschungen (auch in Sand- und Kiesgruben) sollte aus diesen Gründen mindestens ebensoviel Raum gelassen werden. Bei Neupflanzungen dürfen ausschließlich einheimische und standortgemäße Gehölze verwendet werden, wobei aus Sicht der Bienenfauna Nektar- und Pollenspenden nicht fehlen sollten. Die Auswahl der Trachtpflanzen darf sich aber nicht nur nach der Honigbiene, also nach reinen Imker-Interessen, richten, sondern muß auch die Nahrungsansprüche wildlebender Insekten berücksichtigen. Bei Weiden sollten auch weibliche Pflanzen Verwendung finden, da sie als Nektarquellen bedeutsam sind und durch ihre Flugsamen für die Verbreitung sorgen. Obwohl blühende Robinien (*Robinia pseudacacia*) für den Imker interessant sind, ist die Verwendung dieser aus Nordamerika eingeführten Baumart nur in Sonderfällen außerhalb des Siedlungsbereiches zu vertreten, da sie ihren Standort derart stark mit Stickstoff anreichert, daß nur noch extrem wenige Gräser und Kräuter im Unterwuchs gedeihen können. Außerdem ist ihre Ausbreitung auf benachbarte (Brach)Flächen kaum zu vermeiden.

2.8 Zwergstrauchheiden

2.8.1 Sandheiden

Die niederländisch-nordwestdeutschen und dänischen Sandheiden (z. B. Lüneburger Heide) gehören zu den sogenannten Zwergstrauchheiden, das sind mehr oder weniger baumfreie Vegetationsbestände bodensaurer Standorte in niederschlagsreichen und sommerkühlen Gebieten, vom Tiefland (Tieflandheiden) bis über die Baumgrenze im Gebirge (Bergheiden), die mit wenigen Ausnahmen dem Menschen ihre Entstehung verdanken. Im norddeutschen Flachland ist die Heidekraut-Ginsterheide (hier kurz Sandheide genannt), die früher viel ausgedehntere Flächen einnahm als heute, ausgesprochen charakteristisch. Sie entstand durch die Rodung bodensaurer Wälder mit nachfolgender extensiver Beweidung (durch Heidschnucken) bzw. regelmäßiges Abplaggen der obersten 10 cm Heideschicht als Brennmaterial oder Stallstreu.

Diese auf sandreichen Ablagerungsgebieten der vorletzten Eiszeit vorkommenden Sandheiden werden geprägt von Zwergsträuchern wie Heidekraut (*Calluna vulgaris*), Heidel- und Preiselbeere (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*), Glockenheide (*Erica tetralix*), Behaarter Ginster (*Genista pilosa*), Engli-



Sandheide im August zur Blütezeit des Heidekrauts (*Calluna vulgaris*). Lebensraum der Sandbiene *Andrena fuscipes* und der Seidenbiene *Colletes succinctus*.

scher Ginster (*Genista anglica*) sowie (lokal) vom Besenginster (*Cytisus scoparius*). Stellenweise kommt der Wacholder (*Juniperus communis*) hinzu. Die Sandheiden sind je nach geographischer Lage und standörtlichen Verhältnissen floristisch unterschiedlich zusammengesetzt. Feuchte Varianten zeigen Bezüge zu den Hochmooren, trockene zu lichten Nadelwäldern und Magerrasen bodensaurer Standorte.

Die Sandheiden der Küstenregionen wie des Binnenlandes sind hervorragende Lebensräume für Wildbienen. Ihr Angebot an nektar- und polenspendenden Pflanzenarten ist zwar nicht sehr reichhaltig, dafür kommen einzelne Pflanzenarten mitunter in überaus großen Beständen vor. Dadurch können sich hohe Populationsdichten vor allem der Bienenarten entwickeln, die diese Pflanzenarten bevorzugt nutzen. Dies gilt vor allem für Bienen, die an das Heidekraut als Nahrungspflanzen gebunden sind, wie die Seidenbiene *Colletes succinctus* mit ihrem Schmarotzer, der Filzbiene *Epeolus cruciger* und die Sandbiene *Andrena fuscipes* mit der Wespenbiene *Nomada rufipes*. Diese Bienenarten gelten daher zu Recht als Charakterarten der Sandheiden.

Weitere für die Spezialisten bedeutsame Nahrungspflanzen sind die Berg-Sandrapunzel (*Jasione montana*) für die Glanzbiene *Dufourea minuta* und das Doldige Habichtskraut (*Hieracium umbellatum*), das der Hosenbiene *Dasypoda hirtipes* und den Zottelbienen *Panurgus calcaratus* und *P. banksianus* als Pollenquelle dient. Typischer Besucher der nur an feuchten Stellen wachsenden Glockenheide (*Erica tetralix*) ist die Blattschneiderbiene *Megachile analis*, die in trockeneren Bereichen auch den Hornklee (*Lotus corniculatus*) und die Rundblättrige Glockenblume (*Campanula rotundifolia*) besucht.

Wo Heidel- und Preiselbeeren in größeren Beständen wachsen fliegt die Sandbiene *Andrena lapponica* mit ihrem »Kuckuck«, der Wespenbiene *Nomada panzeri*. In den *Vaccinium*-Beständen sind auch die Furchenbiene *Lasioglossum fratellum* und *L. rufitarse* sowie die Mauerbienen *Osmia parietina* und *O. uncinata* anzutreffen. Weiden (*Salix*) bieten den auf sie spezialisierten Sandbienen *Andrena clarkella* und *A. praecox* Nahrung.

Vor allem die im Boden nistenden Bienenarten finden in den Sandheiden durch die vielen offenen Bodenstellen sehr günstige Nistbedingungen vor:

Lücken in der Heide, auf Wegen, am Rande von Kaninchenbauten, an Bodenentnahmestellen und an niederen Abbruchkanten.

Für die Lüneburger Heide nennt HÖPPNER (1901b, 1903b) 88 Bienenarten, ALFKEN (1940) führt 105 Bienenarten auf. Darunter finden sich neben den bereits oben genannten Arten als charakteristische Heidebewohner: die Harzbiene *Anthidium strigatum* mit ihrem »Kuckuck«, der Dusterbiene *Stelis signata*, die Seidenbiene *Colletes similis*, die Furchenbiene *Halictus leucaheneus*, die Bastardbiene *Trachusa byssina*, die Blattschneiderbiene *Megachile maritima*, die Pelzbiene *Anthophora bimaculata*, die Sandhummel *Bombus jonellus*.

Sandheiden wurden in den letzten Jahrzehnten durch Aufforstung, Umwandlung in Acker oder Grünland, sowie durch Verbuschung und Bewaldung (Birken, Kiefern) nach Aufgabe der herkömmlichen Nutzung auf einen Bruchteil ihrer ehemaligen Ausdehnung reduziert. Durch diese großflächige Vernichtung der Heideflächen hat auch die Bienenfauna dieses Lebensraums bereits unersetzliche Verluste erlitten. Die noch vorhandenen Restvorkommen an Heiden (z. B. der Lüneburger Heide) sind durch Vergrasung und Verbuschung, durch Ausfall der traditionellen Nutzung, durch starken Erholungsbetrieb oder Nutzung als militärisches Übungsgelände beeinträchtigt. Das Aufstellen vieler Honigbienenvölker in kleinen Sandheiden kann zur Verknappung des Nahrungsangebots und damit zum Rückgang der auf das Heidekraut spezialisierten Wildbienen führen. Alle Rest-Heideflächen sind besonders schützenswert und bedürfen der Pflege.

Zwergstrauchheiden können in Hochmoorgebieten auch als Sukzessionsstadien zerstört, entwässerter Hochmoore entstehen (s. Kap. 2.1.2).

2.8.2 Bergheiden

In einigen deutschen Mittelgebirgen, z. B. im Rheinischen Schiefergebirge und im Schwarzwald gibt es einen den Sandheiden des Tieflands hinsichtlich der Vegetation verwandten Lebensraum, der ebenfalls durch den Menschen geschaffen ist: die Bergheiden. Als Borstgrasrasen werden sie von einer Grasart, dem Borstgras (*Nardus stricta*) und von Zwergsträuchern wie Heidekraut (*Calluna vulgaris*), Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) und Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*), bei stärkerer Vernässung Moorbeere (*Vaccinium uliginosum*) beherrscht. Der Besenginster (*Cytisus scoparius*) und der Flügelginster (*Chamaespartium sagittale*) sind an zwei Hei-

deformen ebenfalls maßgeblich beteiligt. Im Schwarzwald sind dies die Besenginsterheiden und Flügelginsterheiden, die Ausdruck unterschiedlicher Bewirtschaftungsformen als Folge des regionalen Erbrechts sind (Anerbenrecht im Norden, Realteilung im Süden). In den Bergheiden wachsen außerdem Gewöhnliches Ferkelkraut (*Hypochaeris radicata*), Kleines Habichtskraut (*Hieracium pilosella*), Schwarze Flockenblume (*Centaurea nigra*), Arnika (*Arnica montana*), Ausdauernde Sandrapunzel (*Jasione laevis*) und Feld-Thymian (*Thymus pulegioides*).

Die Bergheiden sind durch Rodung bodensaurer Wälder (meist auf Silikatgestein, z. B. Buntsandstein, Grundgebirge) und anschließende extensive Beweidung (Rinder, Schafe, Ziegen) entstanden. Sie wurden meist nie, gelegentlich kärglich gedüngt. Im Schwarzwald heißen sie aufgrund ihrer extensiven Nutzung als Viehweide auch »Weidfelder«. SCHWABE-BRAUN (1980) hat sich eingehend mit der Entstehungsgeschichte, Eigenart und Gefährdung dieser Heiden befaßt. Im Süd-Schwarzwald werden die Weidfelder fast ausschließlich vom Flügelginster geprägt, der durch die spezifische Nutzung als Dauerweide gefördert wird. Bei dem Sonderfall der Besenginster-Weidfelder im mittleren Schwarzwald wurden die auf der Extensivweide langsam aufkommenden Besenginster-Büsche nach ca. 30 Jahren abgeschlagen, getrocknet und mit der abgezogenen Grasnarbe verbrannt (Reutebrennen). Anschließend wurde 2–3 Jahre lang Ackerbau mit Roggen, Hafer oder Kartoffeln betrieben. Danach begann der sogenannte Reute-Weide-Kreislauf von vorne. Im Falle der Waldreute wurde das Reutebrennen auf abgeholzten Schlägen von Eichen-Birkenwäldern durchgeführt. J. & M. BARTSCH (1940) haben die inzwischen ganz aufgegebene Schwarzwälder Reuteberg-Wirtschaft eindrucksvoll beschrieben (vgl. auch DORKA & HÖLZINGER in HÖLZINGER 1987:505ff).

Oberhalb 1100 m tritt der Flügelginster zurück und macht dem hochmontanen Borstgrasrasen Platz, der sich v. a. in den Hochlagen des Süd-Schwarzwaldes (Feldberg) und in den Hochvogesen findet (BOGENRIEDER 1982). Die Blütenpracht dieser Borstgrasmatten, die vegetationskundlich zu den bodensaurigen Magerrasen zu stellen sind, wird u. a. vom Gelben Enzian (*Gentiana lutea*), dem Goldfingerkraut (*Potentilla aurea*), dem Schweizer Löwenzahn (*Leontodon helveticus*), Scheuchzers Glockenblume (*Campanula scheuchzeri*) und der Bärwurz (*Meum athamanticum*) geprägt. Flügelginsterheiden gibt es auch auf der Schwäbischen Alb in etwas abgewandelter Form (FABER 1934, GRAD-

mann 1950). Sie stehen auf der Albhochfläche auf entkalkten, sogenannten Feuersteinlehmen (Lehme mit Kieselknollen) im Bereich der lehmigen Albüberdeckung. Besonders schön sind sie im NSG »Irndorfer Hardt« erhalten. Dort fallen eine ganze Reihe von farbenprächtigen Blütenpflanzen auf: Busch-Nelke (*Dianthus seguieri*), Ausdauernde Sandrapunzel (*Jasione laevis*), Arnika (*Arnica montana*), Berg-Flockenblume (*Centaurea montana*), Perücken-Flockenblume (*Centaurea pseudophrygia*), Niedere Schwarzwurzel (*Scorzonera humilis*), Geflecktes Ferkelkraut (*Hypochaeris maculata*), Gelber Enzian (*Gentiana lutea*).

Über die spezifische Bienenfauna der Bergheiden ist bisher wenig bekannt. Aufgrund der für wärmeliebende Bienenarten ungünstigen klimatischen Verhältnisse (bedingt durch die Höhenlage und die hohen Niederschläge) kommt nur eine beschränkte Zahl von Arten in Frage. Nachgewiesen wurden die Sandbiene *Andrena lapponica*, die Wespenbiene *Nomada panzeri* und die Furchenbiene *Lasioglossum alpires*.

Die Bergheiden sind heute aufs äußerste gefährdet. Vielfach wurden sie aufgeforstet. Auch durch Umstellung und Intensivierung der Bewirtschaftung sind sie bedroht. Die durch Beweidung noch halbwegs offenen Restflächen an Besenginsterheiden werden durch natürliche Sukzessionen der Wiederbewaldung verschwinden, falls die Fortführung der althergebrachten Bewirtschaftungsform nicht durch die öffentliche Hand unterstützt wird. Flügelninsterheiden und Borstgrasrasen lassen sich durch Düngung leicht in ertragreichere Fettweiden umwandeln. Ihren enormen Rückgang belegen SCHWABE-BRAUN (1979) sowie HOBOM & SCHWABE (1985). Unterschutzstellung und Fortführung der traditionellen Nutzung (extensive Beweidung) sind zu ihrer Erhaltung notwendig. Im Feldberggebiet muß der Besucherstrom so gelenkt werden, daß die erhebliche Trittbelastung der Borstgrasrasen und die dadurch eintretende Erosion auf ein Minimum reduziert werden.

2.9 Fettwiesen und -weiden

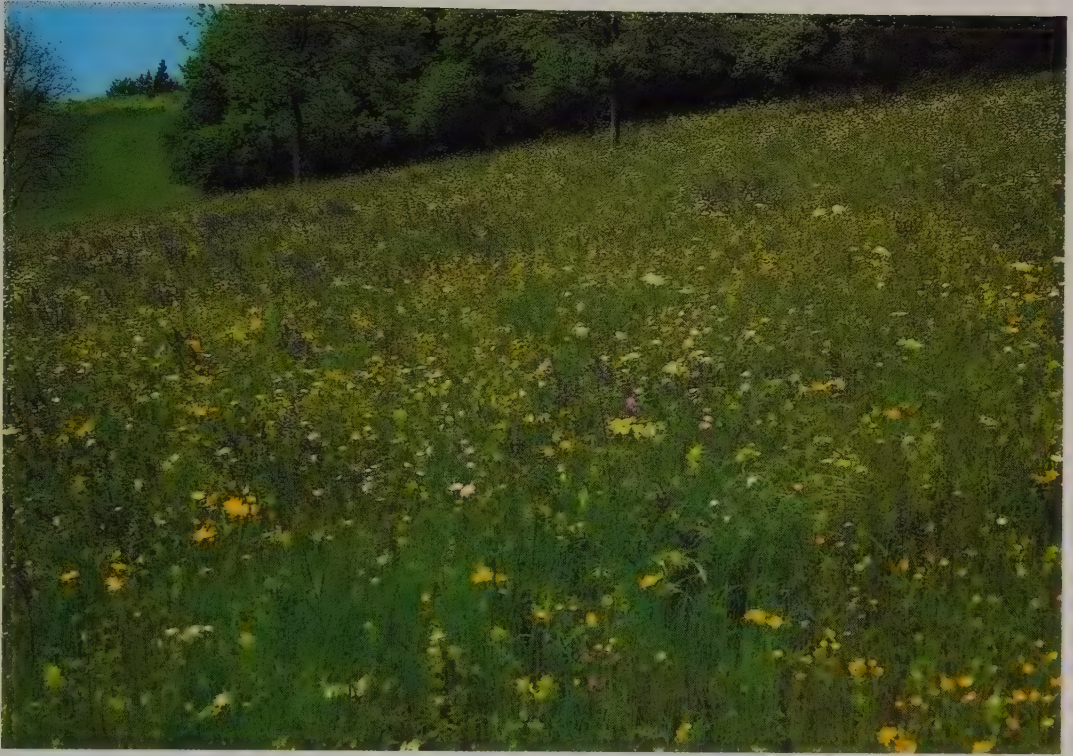
2.9.1 Wirtschaftswiesen

Wiesen sind keine natürlichen Lebensräume, sondern künstliche Vegetationsformen, die durch die Tätigkeit des Menschen entstanden sind und auch seiner ständigen Pflege bedürfen, um weiter bestehen zu können. In Mitteleuropa sind die Wiesen

jünger als die Viehweiden. Die Wiesenwirtschaft entwickelte sich aus der extensiven Weidewirtschaft heraus. Teile der vergrasten Flächen in den aufgelichteten, beweideten Wäldern wurden gemäht und das Mähgut als Grünfutter, Einstreu oder Winterfutter (Heu) verwendet. Der entscheidende Unterschied zwischen Wiesen und Weiden ist die Mahd, wodurch sämtliche oberirdischen Teile der Pflanzen gleichzeitig vernichtet werden. Durch den Schnitt wird ein Aufkommen von Wald verhindert. Außer den ungedüngten Magerwiesen, die unter den Magerrasen besprochen werden (s. Kap. 2.11), gibt es auch Wiesen auf frischen, nährstoffreichen (»fetten«) Böden mit ganzjährig guter Wasserversorgung. Wir nennen sie Fettwiesen. Durch regelmäßige Düngung werden Stoffverluste bei der zwei- bis mehrschürigen Mahd ausgeglichen. Fettwiesen bilden die heutigen Wirtschaftswiesen. Mit den Streuobstwiesen (s. Kap. 2.8.2) haben die hier besprochenen Fettwiesen manches gemeinsam. Es fehlen jedoch die prägenden Obstbäume, wodurch eine intensivere Wiesenutzung möglich ist. Von den Feuchtwiesen (s. Kap. 2.3) unterscheiden sie sich vor allem durch ihren trockeneren Standort.

Der am weitesten verbreitete Wiesentyp Mitteleuropas sind die Glatthaferwiesen des Tief-, Hügel- und unteren Berglandes. Bei ihnen handelt es sich um dicht- und hochwüchsige, ertragreiche, meist zweischürige Wiesen, in denen der Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*), eine Grasart, kennzeichnend ist. Vor allem in Süddeutschland gibt es noch bunte Glatthaferwiesen, die allerdings inzwischen überwiegend nur noch in Streuobstgebieten vorkommen und daher im nächsten Abschnitt behandelt werden. Neben den Magerrasen gehören die in althergebrachter Weise genutzten und daher blumenbunten Glatthaferwiesen zu den bienenreichen Grünland-Lebensräumen. Zwar bedeutet die Mahd durch Vernichtung des Blütenhorizonts einen gravierenden Einschnitt für die Bienenfauna. In früherer Zeit wurden jedoch gleichzeitig nie solch große zusammenhängende Flächen gemäht wie bei der heute üblichen Wiesenutzung, so daß immer blütenreiche Bestände als Ausweichflächen vorhanden waren. Voraussetzung für eine reiche Bienenfauna in diesen Grünlandbereichen sind allerdings zusätzliche Kleinstrukturen in der Umgebung, die als Nistplätze dienen: unbefestigte Feldwege, Feldhecken, Streuobstbestände, Waldränder, Brachen, Böschungen, Abbruchkanten.

Blumenbunte Wiesen kennen heute viele Erwachsene nur noch als Kindheitserinnerung. Bei der heutigen Wirtschaftsweise in der Landwirtschaft kommt es nicht auf Artenreichtum und Buntheit der



Artenreiche Glatthaferwiese im mittleren Albvorland.

Wiesen an, sondern auf deren Ertrag. Ertragssteigerung war daher das Ziel der Landwirtschaft in den vergangenen Jahrzehnten. Neben den Magerrasen waren auch die Fettwiesen in diese Entwicklung einbezogen. Vor allem die ehemals artenreichen, bunten Glatthaferwiesen sind durch intensivierte Nutzung (starke Gülle- und damit übermäßige Stickstoffdüngung, hohe Schnitthäufigkeit) oder durch Umbruch zu Ackerland zurückgegangen und der Rückgang geht offensichtlich unaufhaltsam weiter. Mit dieser Monotonisierung und Egalisierung des Grünlandes wurde der ehemals biologische und ästhetische Reichtum der Grünlandvegetation völlig beseitigt. Ohne Übertreibung kann man hier mit HABER (1986) von einem der schwersten Verluste unserer Kulturlandschaft sprechen. Als Konsequenz der Intensivierung verarmt nicht nur die Pflanzenwelt, auch die Bienenfauna erleidet schwerste Verluste. Nur noch wenige Bienenarten können den dürftigen Blütenhorizont der heutigen Wirtschaftswiesen nutzen, falls die verbliebenen Blütenpflanzen durch den frühen Schnitt überhaupt noch zum Blühen kommen. Die gegenüber früher zeitlich stark vorversetzte erste Mahd und die Anwendung von Schlegelmähern vernichten außerdem

die Nester der Hummelarten, die in der Krautschicht der Wiese nisten.

Wo immer möglich, ist eine Extensivierung der Nutzung (Verringerung der Schnitthäufigkeit, Reduktion der Düngung, Ausmagerung) anzustreben. Im Intensivgrünland wirkt sich ein gewisser Anteil an Wiesenbrachen (z. B. auf Feldrainen) für die Bienenfauna förderlich aus. Hier können z. B. Hummeln ihre Entwicklung ganz abschließen. Auch der völlige Entzug der Nahrungsgrundlage durch die Mahd benachbarter Wiesen wird zumindest teilweise abgepuffert. Durch wenigstens stellenweise erst im Herbst durchgeführte Mahd können krautige Pflanzen zum Blühen und Fruchten kommen. Im allgemeinen bedeutet aber das Brachfallen der Glatthaferwiesen eine deutliche Artenverarmung der Pflanzenwelt und damit der Bienenfauna. Die sich durch das Brachfallen bildende, verfilzte Streudecke macht es bodennistenden Wildbienen unmöglich, den Wiesenboden als Nistplatz zu nutzen. Zur Erhaltung dieser letzten bunten Wiesen ist daher die Fortführung der zweischürigen, wenig düngereichen Wiesenbewirtschaftung unverzichtbar.

Im höheren Bergland, z. B. auf der Schwäbischen Alb, werden die Glatthaferwiesen durch die soge-

nannten Goldhaferwiesen ersetzt. Es sind artenreiche, meist nur einschürige, Ende Juli gemähte Wiesen, in denen der zu den Süßgräsern gehörende Goldhafer (*Trisetum flavescens*) sowie Perücken-Flockenblume (*Centaurea pseudophrygia*), Weichhaariger Pippau (*Crepis mollis*) und Kleine Traubenhyazinthe (*Muscari botryoides*) charakteristisch sind. Gebietsweise sind ihre Bestände bereits erloschen. Über die Bienenfauna der Goldhaferwiesen liegen bisher keine Erkenntnisse vor. Da sie aber wichtige Schmetterlingslebensräume mit teils sehr seltenen Arten darstellen, ist die Fortführung ihrer traditionellen extensiven Nutzung notwendig.

2.9.2 Streuobstwiesen

Unter Streuobstbeständen verstehen wir alle hochstämmigen Obstbäume (Einzelbäume, kleine Baumgruppen, Baumreihen, flächenhafte Bestände), die nicht intensiv bewirtschaftet werden. Beim Streuobstbau handelt es sich um eine Form des Obstbaues, bei der die Bäume im Gegensatz zu den modernen Obstplantagen mehr oder weniger

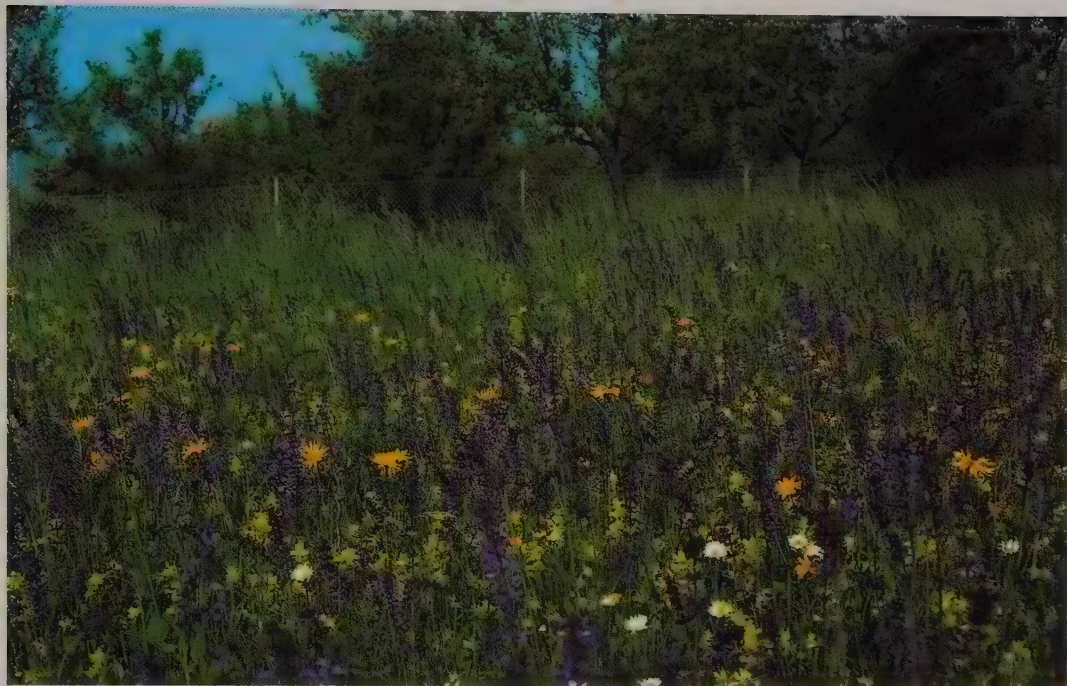
locker über die Landschaft »gestreut« sind. Oft umgeben bzw. umgaben sie als Gürtel die Ortschaften.

Viele Landschaften Baden-Württembergs werden immer noch von Streuobstbeständen geprägt, wenn auch ihre Verbreitung in den letzten Jahrzehnten erheblich abgenommen hat. Markante Streuobstbestände haben sich bis heute u. a. noch erhalten in der Vorbergzone des Odenwaldes und des Schwarzwaldes, in den westlichen und südlichen Schwarzwaldtälern, in den Tälern der Gäulandschaften, im Neckartal und seinen Nebentälern, im Albvorland sowie in den Hanglagen des Hochrhein- und Bodenseegebietes (WELLER et al. 1986). In den übrigen Landschaften Baden-Württembergs treten Streuobstbestände gegenüber anderen Kulturen mehr oder weniger deutlich zurück. Die Streuobstbestände zeigen eine gewisse Variabilität in Abhängigkeit von Art und Alter der Bäume sowie deren Pflegeintensität.

Bei den flächenhaften Streuobstbeständen, den Streuobstwiesen, ist außer der lockeren Verteilung der Bäume vor allem der Unterwuchs für einen meist größeren pflanzlichen und tierischen Artenreichtum gegenüber Intensiv-Obstanlagen verant-



Streuobstwiesen im mittleren Albvorland bei Göppingen. Die Wiesen im Vordergrund, auf denen Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*) und Scharfer Hahnenfuß (*Ranunculus acris*) dominieren, sind durch übermäßige Stickstoffdüngung bereits stark verarmt und bieten nur noch wenigen Bienenarten Nahrung.



Blumenreiche Salbei-Glatthaferwiese in einem stadtnahen Streuobstwiesengelände. Der Zaun im Hintergrund läßt bereits die fortschreitende Umnutzung benachbarter Grundstücke für Kleingarten- und Freizeitwecke erkennen.

wortlich. In der Regel handelt es sich bei dem Unterwuchs um gedüngte und zweimal im Jahr gemähte, inzwischen gelegentlich auch beweidete Wiesen. Die Art der Bewirtschaftung (Düngung, Mahd) wirkt sich tiefgreifend auf die floristische und damit auch auf die faunistische Zusammensetzung aus. Eine lediglich zweimalige Mahd (Juni, August/September) und mäßige Düngung fördert die Entstehung artenreicher, bunter Wiesen. Intensive Beweidung oder Schnitt in kurzen Abständen (Rasenmäher) bewirken oft in kurzer Zeit eine extreme Artenverarmung. Ähnliches hat die starke Düngung (insbesondere mit Gülle) zur Folge, weil hierdurch stickstoffliebende Arten wie Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) sowie Doldenblütler wie Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*) und Bärenklau (*Heracleum sphondylium*) überaus deutlich gefördert werden. Die beiden letzteren, mehrjährigen Arten kommen vor allem dort zur Vorherrschaft, wo ihre Früchte ausreifen können, d. h. auf regelmäßig ziemlich spät gemähten Flächen.

Der am weitesten verbreitete Vegetationstyp der Streuobstwiesen in hängigen Lagen dürfte aber heutzutage immer noch die Glatthaferwiese in ihren verschiedenen Ausprägungen sein, die auf warmen, mäßig trockenen Standorten bereits an die Mager-

rasen erinnert. Bei extensiver Nutzung dominieren hier noch im Unterschied zum Intensivgrünland viele bunt blühende Kräuter, unter denen sich hervorragende Nektar- und Pollenquellen für Wildbienen finden wie z. B. Wiesen-Pippau (*Crepis biennis*),



Ein abgestorbener Obstbaum, ein unverzichtbarer Nistplatz für holzbewohnende Wildbienen und verwandte Hautflügler.

Rauher Löwenzahn (*Leontodon hispidus*), Margerite (*Leucanthemum vulgare*), Schafgarbe (*Achillea millefolium*), Hornklee (*Lotus corniculatus*), Zaunwicke (*Vicia sepium*), Gamander-Ehrenpreis (*Veronica chamaedrys*), Scharfer Hahnenfuß (*Ranunculus acris*), Wiesen-Schaumkraut (*Cardamine pratensis*), Wilde Möhre (*Daucus carota*), Wiesen-Kerbel (*Anthriscus sylvestris*), Wiesen-Knautie (*Knautia arvensis*), Wiesen-Glockenblume (*Campanula patula*) oder Wiesen-Storchschnabel (*Geranium pratense*). Trockenerer Ausbildungen in mehr oder weniger südexponierten Hanglagen enthalten vor allem Wiesen-Salbei (*Salvia pratensis*), Knolliger Hahnenfuß (*Ranunculus bulbosus*), Tauben-Skabiöse (*Scabiosa columbaria*), Rundblättrige Glockenblume (*Campanula rotundifolia*) oder Futter-Esparsette (*Onobrychis viciifolia*). Solche Wiesen zeigen bereits Anklänge an die Magerrasen.

Streuobstwiesen sind besonders artenreiche Lebensräume (vgl. MADER 1982, ULRICH 1975, ULRICH in HÖLZINGER 1987). Zu ihrer typischen Tierwelt zählen auch die Wildbienen. Je nach Nistplatz- und oder Nahrungsangebot kann die Zusammensetzung der Bienenfauna stark variieren, in besonders günstigen Situationen hat sie sogar Ähnlichkeiten mit der Fauna der Magerrasen. Insgesamt betrachtet stellen traditionell extensiv genutzte Streuobstwiesen für zahlreiche Wildbienen einen ungemein wichtigen Lebensraum dar. In einigen ausgewählten Streuobstwiesen des Oberen Neckartales in der Umgebung von Tübingen konnten von mir über 70 Bienenarten festgestellt werden.

Wo Obstbäume intensiv gepflegt und regelmäßig geschnitten werden, können sich kaum Holzinsekten (Käfer, Schmetterlinge, Holzwespen) ansiedeln und damit stehen auch keine Fraßgänge als Nistgelegenheiten für holzbewohnende Bienenarten zur Verfügung. Dort aber, wo die Bäume mehr oder weniger sich selbst überlassen sind, finden sich abgestorbene, teils morsche Äste oder Astlöcher, in denen eine ganze Reihe von Bienenarten günstige Nistmöglichkeiten vorfindet. In alten Fraßgängen nisten die Scherenbienen *Chelostoma florissomme* und *C. fuliginosum*, die Löcherbiene *Heriades truncorum*, die Mauerbienen *Osmia laevis* und *O. fulviventris*, die Blattschneiderbienen *Megachile centuncularis* und *M. versicolor* sowie die Maskenbienen *Hylaeus communis* und *H. confusus*. In den warmen Tieflagen der Flußtäler (dort vor allem in Ortsnähe) baut die immer seltener werdende Holzbiene *Xylocopa violacea* ihre Nester in bereits abgestorbenen, aber noch nicht völlig morschen Ästen. Wo das Holz aber bereits etwas morscher ist und eine Verbindung zum Wald besteht, ist auch die Pelzbiene

Anthophora furcata als Besiedler zu finden. In verlassenen Meisennestern in Baumhöhlen bauen die Baumhummel *Bombus hypnorum* oder die Ackerhummel *Bombus pascuorum* ihr Nest. So zeigt die Fauna alter Streuobstbestände Anklänge an die der Waldränder. Vor allem in trockeneren Hanglagen ist für erdbewohnende Arten auch der Wiesenboden an mageren Stellen als Nistplatz geeignet, finden sich die Nestanlagen aber in kleinen Abbruchkanten am Wiesenrand oder im Boden von (nicht verschotterten oder asphaltierten) Erdwegen.

Auch die floristische Ausprägung des Unterwuchses hat einen entscheidenden Einfluß auf die Zusammensetzung der Bienenfauna, die daher auch stark variieren kann, abhängig von dem Vorkommen bestimmter artspezifischer Pollenquellen. Am artenreichsten zeigt sich die Salbei-Glatthaferwiese, deren Flora und Bienenfauna an die der Magerrasen erinnert. Eine der charakteristischsten Bienenarten dieser trockeneren Streuobstwiesen ist die im Boden nistende Langhornbiene *Eucera tuberculata*, deren wichtigste Pollen- und Nektarquelle, die Zaunwicke (*Vicia sepium*), in den Streuobstwiesen häufig wächst. Auch ihr Futterschmarotzer, die Wespenbiene *Nomada sexfasciata*, ist nahezu regelmäßig anzutreffen. Die Zaunwicke bedingt auch das Vorkommen der Sandbiene *Andrena lathyri*, die ebenfalls zu den Charakterarten dieses Lebensraumes zählt. Eine ganze Reihe von Sandbienen-Arten finden ihre spezifischen Pollenquellen in der Streuobstwiese: *Andrena fulvago* und *A. humilis* sammeln nur auf Korbblütlern wie dem Wiesen-Pippau (*Crepis biennis*) oder dem Rauhen Löwenzahn (*Leontodon hispidus*), *Andrena viridescens* besucht hier nur den Gamander-Ehrenpreis (*Veronica chamaedrys*), *Andrena proxima* nur Doldenblütler wie den Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*) und *Andrena hattorfiana* sammelt fast ausschließlich auf der Wiesen-Knautie (*Knautia arvensis*). Die Hahnenfuß-Arten (*Ranunculus*) bieten der Scherenbiene *Chelostoma florissomme* Nektar und Pollen. Für die nahverwandten *Chelostoma campanularum*, *C. distinctum* und *C. fuliginosum* sind es Glockenblumen-Arten wie z.B. die Rundblättrige Glockenblume (*Campanula rotundifolia*), während die Wiesen-Glockenblume (*Campanula patula*) die wichtigste Pollenquelle der Sandbiene *Andrena pandellei* ist. Auch mehrere in der Erde oder der Krautschicht nistende Hummelarten gehören zu den Besiedlern der Streuobstwiesen, wie z.B. die Erdhummel *Bombus terrestris*, die Wiesenhummel *Bombus pratorum*, die Ackerhummel *Bombus pascuorum*, die Steinhummel *Bombus lapidarius* und die Baumhummel *Bombus hypnorum*. Sie finden in der Streuobstwiese



Obstplantagen sind im Gegensatz zu extensiv genutzten Streuobstwiesen extrem wildbienenarm. Dichte Pflanzung, Mulchen und starke Stickstoffdüngung verdrängen die meisten Nahrungspflanzen der Wildbienen und lassen – wie hier im Bild – nur noch Gräsern und Brennesseln ein Chance.

meist reichlich Nahrung. Ihre Nester legen sie in alten Mäusekesseln, in der Krautschicht der Wiese oder in Baumhöhlen an.

In ortsnahen Streuobstwiesen treten auch solche Wildbienen als Nahrungsgäste auf, die im Siedlungsbereich ihre Nester haben, wie z. B. die Mauerbiene *Osmia rufa* oder die Pelzbiene *Anthophora acervorum*.



Das Liegenlassen des Mähguts führt zu Verfilzung, Fäulnisprozessen und Nährstoffanreicherung und damit zur erheblichen Verarmung der Wiese.

Weitere häufig in Streuobstwiesen zu beobachtende Bienenarten sind: die Sandbienen *Andrena chrysosceles*, *A. flavipes*, *A. fulvata*, *A. gravida*, *A. jacobae*, *A. labiata*, *A. minutula*, *A. minutuloides*, *A. nitida* und *A. subopaca*, die Wespenbienen *Nomada flava*, *N. flavoguttata*, *N. fucata*, *N. marshalli* und *N. succincta*, die Furchenbienen *Halictus rubicundus*, *H. tumulorum*, *Lasioglossum calceatum*, *L. fulvicorne* und *L. pauxillum*, die Blutbienen *Sphecodes ephippius*, *S. gibbus* und *S. monilicornis* sowie die Schmarotzerhummel *Psithyrus barbutellus*.

Hochgedüngte Streuobstwiesen sind sehr arm an Blütenpflanzen: Vor der ersten Mahd dominiert zunächst das Gelb des Löwenzahns, der zwar von einigen Wildbienenarten genutzt wird, aber trotz



Nach wie vor werden Streuobstbestände gerodet. Die Aufnahme entstand im Jahre 1988! Neupflanzungen können die teils über hundert Jahre alten Bäume in ihrer ökologischen Funktion nicht ersetzen.

seines massenhaften Auftretens niemals die Vielfalt bunter Wiesen ersetzen kann. Danach entwickelt sich eine weiße Blühwelle mit dem Wiesenkerbel, der ebenfalls von verschiedenen Bienenarten besucht wird (auch von Doldenblütler-Spezialisten). Für ihn gilt sinngemäß das gleiche wie für den Löwenzahn. Nach dem ersten Schnitt folgt wiederum eine sehr artenarme Blühwelle, in der der Wiesen-Bärenklau vorherrscht.

Der Streuobstbau hat in vielen Teilen des Landes durch Rodungen, Überbauung, Flurbereinigungen, Straßenbau sowie Umwandlung in intensiv bewirtschaftete Obstplantagen oder in Wochenend- und Gartengrundstücke große Einbußen erlitten mit entsprechend negativen Folgen für die Bienenfauna (vgl. RÜHL 1978). Für eine langfristige Sicherung noch vorhandener Streuobstbestände sind Ersatzpflanzungen für gerodete Bäume unerlässlich.

Aus der Sicht des Artenschutzes ist bei der Pflege auf die Belassung von Totholz (z. B. abgestorbenen, dicken Ästen) an den Bäumen unbedingt zu achten. Daher ist auch die Erhaltung abgängiger Bäume oder von Baumruinen erwünscht, die bis zur völligen Verrottung sich selbst überlassen bleiben und für Jahrzehnte ein reichhaltiges Nistplatzangebot für holzbewohnende Wildbienen bieten. Neu- oder Nachpflanzungen können diese Nistplatzfunktion erst nach vielen Jahrzehnten übernehmen. Das Aufhängen von Nisthilfen für hohlraumbewohnende Arten kann niemals voller Ersatz für beseitigte, morsche Äste sein, da den Morschholzbewohnern damit nicht geholfen ist.

Die Bienenfauna der Streuobstwiesen benötigt gleichzeitig aber auch einen möglichst artenreichen Unterwuchs. Um diese bunte Wiesenflora zu erhalten oder zu fördern, ist eine regelmäßige, zweimalige Mahd, am besten mit der Hand- oder Motorsense oder mit dem Balkenmäher nötig. Meist besteht heutzutage aber kein Bedarf mehr an Futtergras oder Heu. Es liegt daher nahe, das Mähgut nach dem Schnitt als Mulchmasse liegen zu lassen. Aus der Sicht des Wildbienenschutzes ist dieses Verfahren aber abzulehnen, da das Mähgut nur zögernd verrottet und daher das Wachstum vieler Pflanzen behindert. In jedem Fall sollte das Mähgut abgeräumt und als Mulchdecke unter den Obstbäumen verteilt oder separat kompostiert werden. Die Furcht, hierdurch könnten Wühlmäuse gefördert werden, ist in den meisten Fällen unbegründet.

Der in den letzten Jahren immer mehr zunehmende, oftmalige Einsatz des Rasenmähers, insbesondere auf Wochenendgrundstücken, verdrängt zahlreiche Wiesenkräuter, weil sie den häufigen Schnitt nicht vertragen. Mit dem Verschwinden dieser wichtigen Nahrungsquellen bleiben auch die Wildbienen aus. Am Tübinger Spitzberg ergab ein Vergleich von Streuobstwiesen, die mit Rasenmähern gemulcht wurden, mit solchen, die in herkömmlicher Weise zweimal im Jahr zur Heunutzung gemäht wurden, folgendes: Im ersten Fall kamen nur noch vier krautige Pflanzen zur Blüte: Gänseblümchen (*Bellis perennis*), Weißklee (*Trifolium repens*), Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*) und Breit-Wegerich (*Plantago major*). Unter diesen überwogen Gänseblümchen und Breitwegerich. Im zweiten Fall kamen insgesamt 45 Arten krautiger Pflanzen zum Blühen.

Gemäht werden muß eine Wiese auf jeden Fall. Ein völliger Verzicht auf das Mähen hätte nämlich ebenfalls negative Folgen für die Bienenfauna, weil auch beim Brachfallen konkurrenzwache Wiesenpflanzen verschwinden und die Wiese langfristig

verbuscht. Die günstigen Mähtermine sind je nach Höhenlage für den ersten Schnitt Mitte Juni bis Anfang Juli, für den zweiten Schnitt der September, also noch vor der Apfelernte. Das Problem des Kurzhaltens des Unterwuchses wird verschiedentlich auch durch eine Beweidung mit Schafen oder Rindern zu lösen versucht. Durch die selektive Freß-tätigkeit der Weidetiere sowie durch Tritt- und Erosionsschäden verarmt aber die Pflanzenwelt, wodurch wiederum die Bienenfauna abnimmt.

Folgende Maßnahmen sind also zum Schutz von Bienenarten in Streuobstwiesen notwendig: zweimalige Mahd, Belassen abgestorbener Äste, nur mäßige Düngung unter Verzicht auf reine Stickstoffdüngung, keine Anwendung von Pestiziden, reichlicher Genuß von Apfelsaft, keine Verschotterung oder Asphaltierung der Wege (Erhaltung der Boden-Nistplätze). Wo Streuobstwiesen durch die Ausdehnung der Ortschaften beseitigt wurden, sind sie als Gürtel um Dörfer und Gehöfte neu anzulegen. Eine Ausweisung als Naturschutzgebiet kommt für die Streuobstwiesen trotz ihrer ökologischen Bedeutung aus Gründen einer sachgerechten Pflege (Personalproblem) höchstens in Einzelfällen in Betracht. Staatliche Institutionen und private Naturschutzorganisationen, die sich in einigen Landesteilen bereits tatkräftig engagieren, können langfristig höchstens einen Teil der Streuobstwiesen erhalten und pflegen. Aufklärung der Grundstückseigentümer über die hohe ökologische Bedeutung dieses Lebensraums und Förderung einer für den Wiesenbesitzer finanziell interessanten Vermarktung des Obstes für die Safterstellung (Sicherung der Nebenerwerbslandwirtschaft) sind unumgänglich, soll der Niedergang der Streuobstwiesen aufgehalten werden.

2.9.3 Fettweiden

Als Weide bezeichnen wir das Grünland, das vorwiegend durch Auftrieb von Vieh durch Gräsung genutzt wird. Weiden sind ebenso wie Wiesen keine natürlichen Vegetationsformen. Entsprechend den Fettwiesen sind die Fettweiden der am weitesten verbreitete Weidentyp. Im nordwestdeutschen Flachland sind sie häufiger als im süddeutschen Raum, wo Stallwirtschaft häufig ist. In Baden-Württemberg gibt es heute Viehweiden vor allem in manchen Teilen der Schwäbischen Alb, im Keuperbergland und in Oberschwaben. Flora und Fauna der Weiden sind stark von den verschiedenen Ausprägungsformen der Nutztierhaltung abhängig. Die Beweidung durch Rinder wirkt sich anders aus als

die durch Pferde. Die in Süddeutschland mit Schafen befahrenen Weiden gehören als sogenannte Wacholderheiden zu den Kalkmagerrasen (s. Kap. 2.11). In jüngster Zeit gewinnt aber auch die Koppelhaltung von Schafen auf ehemaligen Wiesen zunehmend Raum. In der Regel sind die Weiden heute so stark mit Weidevieh besetzt, daß die ohnehin durch Fraß und Tritt artenarme Vegetation oft völlig ruiniert wird. Solche Weiden sind für Wildbienen praktisch bedeutungslos. Lediglich der vom Vieh verschmähte Scharfe Hahnenfuß (*Ranunculus acris*) kommt noch zum Blühen und kann von einigen anspruchslosen Bienenarten sowie der auf Hahnenfuß spezialisierten Scherenbiene *Chelostoma florisomne* genutzt werden. Demnach finden Wildbienen in Fettweiden wesentlich schlechtere Existenzbedingungen vor als in Fettwiesen, weil sie wesentlich blütenärmer sind als diese. Das Vieh schafft durch seinen Tritt und die nachfolgende Erosion zwar auch zusätzliche Nistmöglichkeiten für erdbewohnende Wildbienen, solche Niststätten sind aber dann praktisch wertlos, wenn in der Umgebung nichts mehr blüht und die vegetationsfreien Stellen ständig vom Viehtritt beeinträchtigt werden.

Auch die hölzernen Zaunpfähle, von denen die Viehweiden umgeben sind, können für solitäre Wildbienen als Nistgelegenheiten von Bedeutung

sein, wie HAESELER (1979) in einer eingehenden Untersuchung in Norddeutschland nachweisen konnte. Folgende 11 Bienenarten wurden von ihm als Besiedler festgestellt: die Maskenbienen *Hylaeus annularis*, *H. communis* und *H. gibbus*, die Löcherbiene *Heriades truncorum*, die Dusterbiene *Stelis breviscula*, die Scherenbienen *Chelostoma florisomne* und *C. fuliginosum*, die Mauerbiene *Osmia leaiana* sowie die Blattschneiderbienen *Megachile lapponica* und *M. willughbiella*.

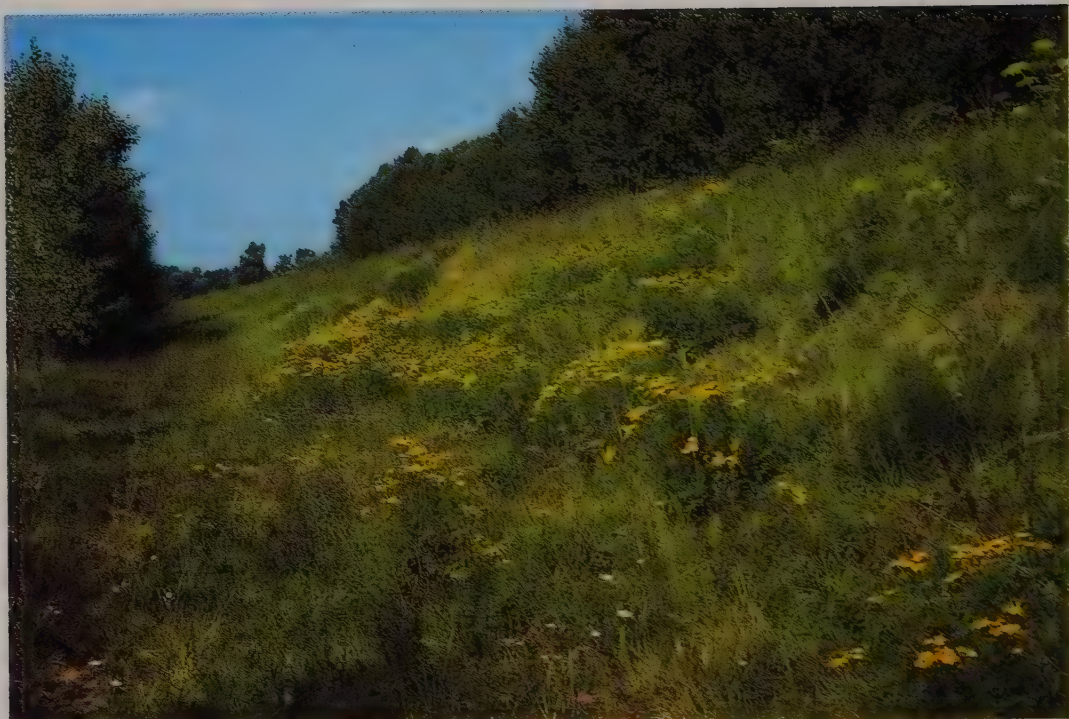
2.10 Hochwasserdämme

Hochwasserdämme begleiten auf vielen tausend Kilometern unsere Flüsse. An den Küsten kommen Deiche mit einer Gesamtlänge von mehreren hundert Kilometern hinzu. Diese künstlichen Landschaftselemente dienen zwar rein technischen Zwecken, sie sind in ihrer Bedeutung für Wildbienen aber nicht zu unterschätzen. Gerade weil sie heutzutage eine besonders wichtige Refugialfunktion besitzen, sollen diese Lebensräume gesondert behandelt und am Beispiel der Hochwasserdämme der Oberrheinebene etwas ausführlicher dargestellt werden.

Seit Menschengedenken hat der Rhein immer



Hochwasserdamm mit Bermenweg in der nördlichen Oberrheinebene. Auf der landseitigen, sonnenexponierten und daher trockenen Dammböschung wachsen bunte Halbtrockenrasen.



Ausgedehnte Bestände von Rainfarn (*Tanacetum vulgare*) auf der nährstoffreicheren wasserseitigen Böschung des Hochwasserdamms.

wieder seinen Talweg verlagert und für regelmäßige Hochwasser gesorgt. Daher wurden schon im ausgehenden Mittelalter dergestalt Hochwasserschutzmaßnahmen ergriffen, daß um die Siedlungen herum Dämme gebaut wurden. So werden Hochwasserdämme bereits 1575 urkundlich erwähnt (MUSALL 1978). Da das Rheinhochwasser regelmäßig die Dämme durchbrach, wurden diese immer wieder repariert oder neu aufgeschüttet. Die eigentliche Rheinauenlandschaft erfuhr hierdurch aber keine wesentliche Veränderung. Erst die Rheinkorrektur durch den Ingenieur Tulla im letzten Jahrhundert (1817–1870) und die völlige Abtrennung des Stromes von seiner Umgebung stellte eine erhebliche Beeinträchtigung der Auenlandschaft dar und hatte durch Eintiefung des Flusses und der damit verbundenen Austrocknung der Aue eine völlige Umstellung der Vegetation in der Rheinebene südlich des Kaiserstuhls zur Folge. Wo früher Auwälder und Altwasser vorherrschten, sind heute Trockenwälder und Sanddorngebüsche zu finden.

Während ein Großteil der Hochwasserdämme bereits über 100 Jahre alt ist, wurden einige Dämme erst in diesem Jahrhundert (v.a. nach dem Hochwasser des Jahres 1955) gebaut oder die alten

Dämme wurden verstärkt (HÜGIN 1962, 1974, KRAUSE 1974). Beim Bau der Staustufe entstanden noch nach 1970 neue Kiesdämme bei Iffezheim. Weitere sind in Planung. Das weitverzweigte, hunderte von Kilometern lange System setzt sich zusammen aus dem Hauptdamm (Rheindamm mit Leinpfad), der den Rhein in sein heutiges Bett zwingt, und den Dämmen, die in der Aue mehr oder weniger parallel zum Rhein liegen oder entlang von Altrheinarmen oder Kanälen zum Teil bis ins Rheinvorland reichen. Die einzelnen Dämme werden je nach Lage und Exposition unterschiedlich besonnt. Günstig wirken sich auch das warme und ausgeglichene Klima der Oberrheinebene sowie die hohen Sommertemperaturen mit oft langanhaltenden Hitzeperioden aus. Ganztägig im Schatten liegende Dämme sind für eine Besiedlung durch Bienen kaum geeignet. Neben der unterschiedlichen Besonnung der beiden Dammböschungen sind es vor allem der erhöhte Nährstoffeintrag und die höhere Feuchtigkeit, die auf der Wasserseite des Damms gegenüber der Landseite unterschiedliche Vegetationsverhältnisse schaffen und ein mikroklimatisches Gefälle von feuchtkühl zu trockenwarm bewirken können. In der Regel sind die Dämme aus

dem Material der nächsten Umgebung (Kies, Sand, Löß) geschüttet. Während sich in früherer Zeit die Dämme meist von selbst begrüneten, erfolgt beim heutigen Dammbau in der Regel eine Überdeckung mit Humus und eine künstliche Begrünung, um möglichst schnell eine geschlossene Vegetationsdecke zu erhalten.

Bei der Dammvegetation handelt es sich um Grünland, das mehr oder weniger von Ruderalarten durchsetzt ist. Auf der Dammkrone oder der landseitigen Böschung stark besonnener, nicht mit humusreichem Oberboden überdeckter Dämme wachsen Sand- oder Kalkmagerrasen mit Dorniger und Kriechender Hauhechel (*Ononis spinosa*, *O. repens*), Hufeisenklee (*Hippocrepis comosa*) und Taubenskabiose (*Scabiosa columbaria*). Auf jungen Dämmen oder wo die Vegetationsdecke beim Mähen verletzt wurde, sind Ruderalarten eingestreut, die zuweilen in großer Menge auftreten. Einige dieser Ruderalarten haben als Nektar- und Pollenquellen für Wildbienen eine hohe Bedeutung: Wilde Möhre (*Daucus carota*), Gewöhnliches Bitterkraut (*Picris hieracioides*), Wegwarte (*Cichorium intybus*), Luzerne (*Medicago sativa*), Natterkopf (*Echium vulgare*), Wilde und Färber-Resede (*Reseda lutea*, *R. luteola*).

Auf frischeren Dammböschungen finden wir Fettwiesen, vor allem Glatthaferwiesen und als typische Blütenpflanzen: Wiesensalbei (*Salvia pratensis*), Hornklee (*Lotus corniculatus*), Zaunwicke (*Vicia sepium*), Gamander-Ehrenpreis (*Veronica chamaedrys*), Acker-Witwenblume (*Knaulia arvensis*), Gewöhnlicher Löwenzahn (*Taraxacum officinale*), Rauher Löwenzahn (*Leontodon hispidus*), Wiesen-Pippau (*Crepis biennis*). Auch hier können wieder Ruderalarten eingestreut sein, von denen vor allem der Rainfarn (*Tanacetum vulgare*), wenn er in Herden auftritt, das hochsommerliche Vegetationsbild prägt.

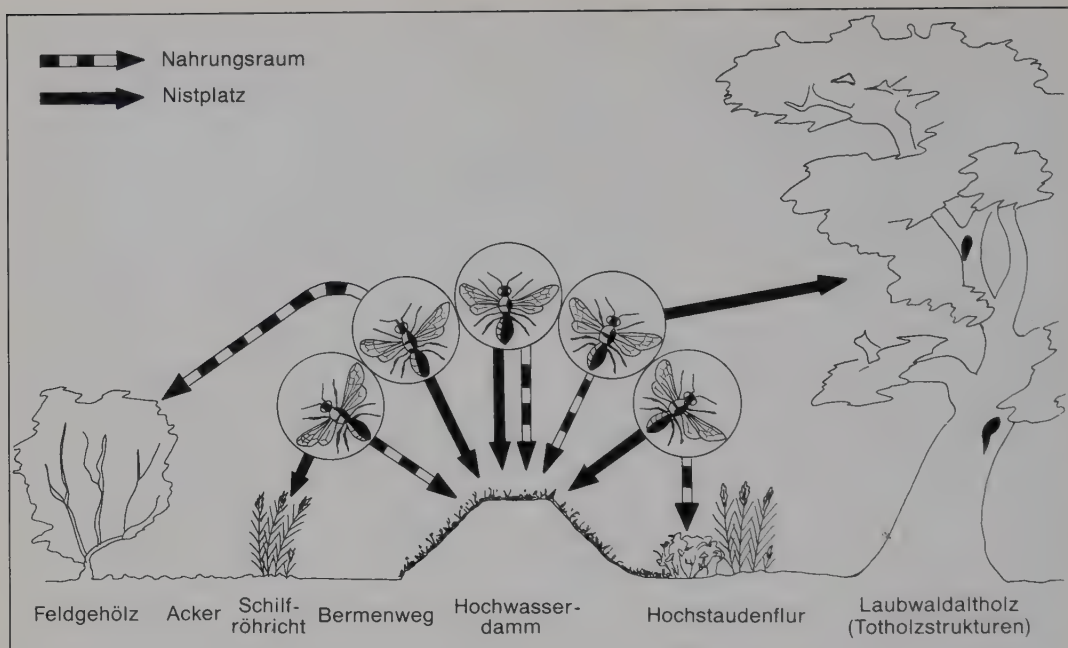
Oft stehen in unmittelbarem Kontakt zu den Dämmen an Gräben und Altrheinarmufern Hochstaudenfluren mit Herden von Blutweiderich (*Lythrum salicaria*) und Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*).

Auf ausgewählten rechtsrheinischen Dammabschnitten zwischen Burkheim und Altlußheim konnten im Verlauf einer speziellen Untersuchung (WESTRICH 1985a) 135 Bienenarten nachgewiesen werden. Darunter waren einige seltene bis sehr seltene Arten wie z. B. die Maskenbiene *Hylaeus moricei*, die Sandbienen *Andrena chrysopus*, *A. lagopus* und *A. marginata*, die Furchenbiene *Lasioglossum pallens*, die Graubiene *Rhopitoides canus* und die Blutbiene *Sphecodes cristatus*. Einige weitere Arten

wie die Furchenbiene *Halictus subauratus*, die Seidenbiene *Colletes cunicularius*, die Blutbiene *Sphecodes albilabris*, die Sandbienen *Andrena nycthemera* und *A. vaga* sowie die Wespenbiene *Nomada lathburiana* haben nach heutigem Kenntnisstand ihre Hauptvorkommen in Baden-Württemberg auf den Hochwasserdämmen. BRECHTEL (1986, 1987a), der die Rheindämme der südpfälzischen Rheinniederung zwischen der französischen Grenze und Speyer untersucht hat, konnte zusätzliche Arten auffinden, so daß mittlerweile an oberrheinischen Hochwasserdämmen 175 Wildbienenarten nachgewiesen wurden, was die hohe Bedeutung dieser Lebensräume für Wildbienen belegt.

Die Dämme werden von zahlreichen Bienenarten als Nahrungsraum und/oder als Nistplatz genutzt. Es ist anzunehmen, daß ein Großteil der Arten vor der Rheinkorrektur, als der Strom sich immer wieder neue Rinnen suchte, die durch den Strom aufgeschütteten Sand- und Kiesrücken besiedelt hat. Mit der Zeit konsolidierten sich diese Flächen und bewuchsen sich auch. So boten sie zahlreichen sandliebenden Bienenarten Nistplätze und lieferten je nach Sukzessionsstadium ein wechselndes Nahrungsangebot. Seit der Rhein infolge der Regulierung und des Kanalbaus keine Sand- und Kiesbänke mehr aufschüttet, sind die Hochwasserdämme neben Sand- und Kiesgruben die einzigen Flächen in der Rheinauenlandschaft, in denen diese Arten heutzutage noch ausreichende Existenzbedingungen finden. Da die ursprünglichen Lebensräume (Primärbiotope), von denen aus die Besiedlung der Dämme erfolgte, weitgehend zerstört sind, haben die Hochwasserdämme die Rolle der zurückgedrängten Primärbiotope übernommen und sind daher als hochwertige Refugien für diese Arten zu betrachten.

Hochwasserdämme können, wie bereits betont, sowohl als Nahrungsraum wie als Nistplatz fungieren. Neben dem Angebot an einem geeigneten Nistsubstrat ist das Vorkommen bestimmter Blütenpflanzen auf dem Damm und in unmittelbarer Umgebung ausschlaggebend für eine Besiedlung durch Bienen und deren Bestandsentwicklung. Rund ein Drittel der nachgewiesenen Sammelbienen-Arten sind auf bestimmte Blütenpflanzen als Pollenquelle spezialisiert. Diese Spezialisierung wird auch durch das Vorkommen einzelner Arten bestätigt: Die Sandbiene *Andrena chrysopus* wurde nur auf einem einzigen, sandigen Damm nachgewiesen. Es war auch der einzige Damm, auf dem Spargel (*Asparagus officinalis*) wuchs, der sich aus Feldern angesiedelt hatte. Die Sandbiene *Andrena hattorfiana* wurde ausschließlich auf den Dammabschnitten



Der Hochwasserdamm als Teil- oder Gesamtlebensraum von Wildbienen (nach BRECHTEL 1987a).

festgestellt, wo die Wiesen-Knautie (*Knautia arvensis*) wuchs. Die Sägehornbiene *Melitta tricincta* konnte nur an den zwei Dammabschnitten nachgewiesen werden, wo auch der Späte Zahntrost (*Odontites rubra*) wuchs. Die Sägehornbiene *Melitta haemorrhoidalis* wurde nur auf den Dämmen angetroffen, wo ausreichend Glockenblumen (z.B. *Campanula rotundifolia*) die Versorgung der Brut sicherstellten. Einige Arten nisten zwar im Damm, finden ihre geeignete Nahrungsquelle jedoch nur außerhalb des Dammes. So sammeln die Seidenbiene *Colletes cunicularius* und die Sandbienen *Andrena mitis*, *A. nycthemera* und *A. vaga* ausschließlich an Weiden-Arten wie *Salix alba*, *S. cinerea* und *S. purpurea*, die in nahegelegenen Weidengebüschen oder in der Weichholzaue wachsen. In Hochstaudenfluren nasser Standorte sammeln die Schenkelbiene *Macropis labiata* am Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*), die Sägehornbiene *Melitta nigricans* und die Langhornbiene *Tetralonia salicariae* am Blutweiderich (*Lythrum salicaria*).

Andere Arten finden auf den Dämmen ihre geeigneten Nahrungspflanzen, nisten aber nicht auf dem Damm: Die Scherenbiene *Chelostoma florissomne* sammelt auf Hahnenfuß- (*Ranunculus*-) Arten auf dem Damm, nistet aber in Käferfraßgängen in altem Holz in der Aue. Die Maskenbienen *Hylaeus*

annularis und *H. brevicornis* besuchen auf dem Damm u.a. Doldenblütler und nisten an Wald- und Heckenrändern in trockenen Pflanzenstengeln (z.B. Brombeerranken). Die Mauerbienen *Osmia aurulenta* und *O. bicolor* sammeln bevorzugt an Schmetterlingsblütlern auf dem Damm, nisten aber an trockenen Waldrändern oder auf alten Kiesschüttungen in leeren Schneckenhäusern. Die Mauerbiene *Osmia anthocopoides* sammelt auf dem Damm ausschließlich am Natterkopf (*Echium vulgare*), mörtelt ihre Nester aber an Steine dammnaher Mauern. Viele Arten nisten im Damm selbst, also im Erdboden.

Die Dämme können demnach für viele Bienen als Gesamtlebensraum dienen. Für andere sind Hecken, Altholzbestände, Schilfröhrichte, Brachen, Ruderalstellen oder Mauern Teilebensräume von existentieller Bedeutung, müssen aber innerhalb des artspezifischen Aktionsradius liegen. Hinzu kommt, daß Hochwasserdämme als lineare Landschaftselemente die gesamte Oberrheinniederung durchziehen. Daher eignen sie sich hervorragend als Vernetzungs- und Ausbreitungskorridore.

Manche Bienenarten können auf einzelnen Dammabschnitten eine vergleichsweise hohe Nestdichte erreichen, wenn ihre Pollenquellen in großer Menge auftreten und die Nistbedingungen günstig

sind. Dies zeigt sich im Gebiet besonders deutlich bei den Frühjahrsarten *Colletes cunicularius* und *Andrena vaga*, für die auf einigen Dämmen Ansammlungen von Hunderten bis Tausenden von Nestern festzustellen waren. In einem Fall konnten von *Andrena vaga* fast 10000 Nester auf einem Dammabschnitt gezählt werden (vgl. BRECHTEL 1987a). Für solche Weidenspezialisten ist ausschlaggebend, ob in Dammnähe mehrere Weidenarten nebeneinander wachsen. Da die eine Weidenart früher, die andere später zu blühen beginnt, steht den Weidenspezialisten auch dann noch genügend Nahrung zur Verfügung, wenn eine Weidenblüte verregnet war. Im Hochsommer konnten auch von der Zottelbiene *Panurgus calcaratus* und der Furchenbiene *Halictus subauratus* größere Nestansammlungen gefunden werden. Für die in zwei Generationen auftretende Sandbiene *Andrena flavipes* waren ebenfalls hohe Individuenzahlen zu verzeichnen. Bei diesen Verhältnissen sind auch die entsprechenden Kuckucksbienen häufig zu erwarten. Dies trifft u. a. zu für die Wespenbienen *Nomada lathburiana* (Wirtsart: *Andrena vaga*) und *Nomada fucata* (Wirtsart: *Andrena flavipes*), während die Blutbiene *Sphecodes albilabris* (Wirt: *Colletes cunicularius*) nur vereinzelt angetroffen wurde.

Der Damm bietet den Erdnistern horizontale Nistflächen mit höherer Bodenverdichtung (Dammkrone) und geneigte Flächen (Damböschung), wo der Boden wesentlich lockerer ist. Die Nester der Furchenbiene *Halictus subauratus* finden sich vor allem auf der Dammkrone, die Sandbiene *Andrena ventralis* dagegen legt ihre Nester immer in der Damböschung an. Auch die Seidenbiene *Colletes cunicularius* und die Sandbiene *Andrena vaga* bevorzugen Stellen mit lockerem Boden, meist im oberen Böschungsbereich. Die Nester der Sandbiene *Andrena flavipes* wurden sowohl in lockerem wie in festgetretenem Boden angetroffen. Für die im Erdboden nistenden Arten kann der Maulwurf (*Talpa europaea*) entscheidender Nistplatzbeschaffer sein. An einigen Dammabschnitten ist die Vegetation sehr dicht. Die meisten Erdnister brauchen aber zumindest schütterere Vegetation, manche sogar gänzlich vegetationsfreie Stellen zur Nestanlage. Hier kann der Maulwurf Abhilfe schaffen, indem er durch seine Erdauswürfe die dichte Vegetation auflockert. Im Bereich alter, zusammengefallener Maulwurfshäufen finden sich daher regelmäßig Nester der Sandbienen *Andrena flavipes*, *A. gravida*, *A. ventralis*, *A. viridescens*, der Furchenbienen *Lasioglossum fulvicorne* und *L. politum*, der Sägehornbiene *Melitta leporina*, der Hosenbiene *Dasygaster hirtipes* und anderer Arten. Allerdings fehlen auf

den Hochwasserdämmen sowohl typische Flugsandarten wie die Pelzbiene *Anthophora bimaculata* als auch Steilwandbesiedler wie die Furchenbiene *Lasioglossum limbellum*. Auch solche Arten, die lehmige und stark verdichtete, vegetationsfreie Stellen bevorzugen wie die sonst nicht seltene Furchenbiene *Lasioglossum malachurum* konnten bisher auf den Dämmen nicht festgestellt werden.

Aufgrund ihrer hohen Bedeutung für die Erhaltung von Wildbienen sind die Dämme auch entsprechend zu pflegen, sollen die zunehmend rückläufigen Bestände vieler Bienenarten nicht noch mehr abnehmen. In der dicht besiedelten oder landwirtschaftlich intensiv genutzten und teils völlig ausgeräumten und daher strukturarmen Feldflur zwischen Rheinaue und Schwarzwaldrand stehen nämlich kaum geeignete Ersatzlebensräume mehr zur Verfügung. Die Unterhaltung der Hochwasserdämme obliegt den Wasserwirtschaftsämtern, die für einen Teil der Dämme mit verschiedenen Partnern Pflegeverträge abgeschlossen haben. Früher wurden die Dämme viel mehr als heute auch von Landwirten oder Kaninchenzüchtern zur Grünfutertergewinnung genutzt. Einige Dämme werden mit Schafen beweidet. Diese Flächen fallen völlig aus dem Gesamtbild der Dämme heraus, da sie floristisch wie faunistisch sehr verarmt sind, was auf die intensive Beweidung zurückzuführen ist. Allerdings ist die Beweidung durch Schafe von der Gesamtfläche her betrachtet kein entscheidender Pflegefaktor. Der Großteil der Dämme wird von den Pfegetrupps der Wasserbehörden oder deren Vertragspartnern zwei- bis dreimal jährlich mit Balkenmähern gemäht. Das Mähgut wird mehr oder weniger bald nach der Mahd oder gar nicht abgeräumt. Die erste Mahd wird in vielen Fällen bereits Ende Mai durchgeführt. Bei dreimaliger Mahd wird im Juli das zweite Mal gemäht, die letzte Mahd erfolgt im September. Personalstand und Maschinenpark ermöglichen es heute, die Dämme in kurzer Zeit auf einer Länge von vielen Kilometern zu mähen.

Dies bedeutet, daß allen blütenbesuchenden Insekten, nicht nur den Bienen, die Nahrungsgrundlage schlagartig entzogen ist. Je nach Flugzeit sind die einzelnen Arten in unterschiedlicher Weise von dieser großflächigen Mahd betroffen, da jede Art ihre spezifische Flugzeit hat. Die lediglich im Damm nistenden, dort aber nicht Nahrung suchenden Bienenarten erleiden hierdurch keine Einbußen. Bei den Arten, die während der Zeit fliegen, in der üblicherweise gemäht wird, ist für die Bestandsentwicklung von entscheidender Bedeutung, ob die Weibchen noch vor der Mahd einige Brutzellen mit Blütenprodukten versorgen können oder ob die Mahd



Dort, wo die Dammvegetation lückig ist, finden sich die bevorzugten Nistplätze bodenbewohnender Bienenarten.

bereits dann erfolgt, wenn sie gerade geschlüpft sind und noch keine Nester gebaut haben. Der zweite Fall wirkt sich besonders negativ auf die Bestandsentwicklung aus. Ersatzräume (z.B. Mähwiesen, Feldraine, Brachland), in die die Arten zur Nahrungssuche ausweichen könnten, fehlen vielfach, vor allem, wenn die Dämme an intensiv landwirtschaftlich genutzte Feldfluren mit Mais-, Weizen- oder Tabakanbau grenzen. Hochstaudenfluren oder die Krautschicht nahegelegener Auwälder kommen aufgrund ihrer andersartigen floristischen Zusammensetzung ohnehin nicht als Nahrungsraum für die Bienen in Betracht, deren Nahrungspflanzen ausschließlich auf dem Damm wachsen.

Für die Dampfpflege kann daraus folgendes abgeleitet werden: Zunächst ist unbestritten, daß gemäht werden muß und dies nicht nur aus Gründen des Hochwasserschutzes. Zweimalige Mahd pro Jahr dürfte aber genügen, um das Einwandern von Strauch- oder Baumarten, die die Dammerosion fördern sollen, zu verhindern. Auch aus vegetationskundlicher Sicht sind die Magerrasen und Fett-

wiesen mit ihren Begleitern nur durch eine regelmäßige Mahd auf Dauer zu erhalten. Aus dem Blickwinkel des Wildbienen-schutzes betrachtet ist die Mahd ebenfalls unverzichtbar, da sie nicht nur ein reiches Spektrum an Nahrungspflanzen sichert, sondern auch verhindert, daß sich eine verfilzte Streuschicht bildet, die den Boden für die Erdnister praktisch versiegelt. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß durch eine frühe Mahd (Mai) auch solche Ruderalarten noch zum Blühen kommen, die bei einem späteren ersten Mahdtermin wesentlich stärker in ihrer Entwicklung getroffen werden (z.B. Rainfarn, Natterkopf). Letztendlich ist ein Mähmodus erforderlich, der nicht wie bisher zu einem plötzlichen Entzug der Nahrungsgrundlage aller blütenbesuchenden Insekten führt, sondern während der gesamten Vegetationsperiode einen ausreichenden Blütenhorizont sichert. Dies ist am ehesten durch eine zeitlich und räumlich versetzte (gestaffelte) Mahd gewährleistet.

Einige Dämme benötigen wegen ihrer besonders erhaltenswerten Pflanzen- oder Insektenvorkommen spezielle Pflegemaßnahmen. So reicht auf Dammabschnitten mit Magerrasencharakter eine Mahd pro Jahr. Auf den wenigen Dammabschnitten, auf denen wilder Spargel wächst, darf die erste Mahd erst nach Abschluß der Samenreife erfolgen, weil durch eine frühere Mahd (Juni) der ohnehin sehr seltenen Sandbiene *Andrena chrysopus* die alleinige Nahrungsgrundlage entzogen wird.

Eine Möglichkeit einer naturschutzgerechten Dampfpflege wäre, zunächst nur die Wasserseite zu mähen und erst vier Wochen später die Landseite, wenn auf der Wasserseite wieder ausreichend blühende Vegetation vorhanden ist. Selbst wenn sich die Vegetation auf beiden Dammseiten unterschiedlich zusammensetzt, könnte durch die zeitlich versetzte Mahd ein Nahrungsgengpaß abgepuffert werden. Eine weitere, allerdings aufwendigere Möglichkeit bestünde darin, auf beiden Dammseiten nur abschnittsweise, also etwa 100–200 m zu mähen, die nächsten 100–200 m stehen zu lassen, dann wieder 100–200 m zu mähen usw. (Leichter zu realisieren wären sicherlich 500 m.) Einige Wochen später wäre dann umgekehrt zu verfahren und die zuletzt stehen gelassenen Flächen zu mähen. Die hier vorgeschlagene Länge der ungemähten Streifen ergibt sich aus der Tatsache, daß die Mehrzahl der Bienenarten nicht nur während der Phase der Brutfürsorge ausgesprochen ortstreu ist und eine geringe Ausbreitungsneigung besitzt. Ein solches Mähkonzept wäre aber nur während der Monate Mai bis August anzuwenden. Bei der zweiten und letzten Mahd im Oktober (nicht schon im September)

könnten dann die Dämme großflächig gemäht werden. Landseitig könnten kleinere Bereiche der Dammböschung wechselweise auch nur alle 2–5 Jahre gemäht werden, um zusätzliche Nist- und Überwinterungsmöglichkeiten (auch für andere Insekten) zu schaffen (Altgrasinseln). Praktikabel wäre es auch, auf der ganzen Länge der Landseite einen Streifen beim ersten Mahdtermin zu verschonen und erst bei der zweiten Mahd mitzumähen. Wichtig ist, daß die jeweiligen Dammabschnitte jedes Jahr in gleicher Weise, also auch zur gleichen Jahreszeit gepflegt werden, weil sich sonst keine stabilen Lebensgemeinschaften entwickeln können.

Ganztägig im Schatten liegende Dämme benötigen aus der Sicht des Wildbienenschutzes keinen besonderen Mähmodus. Dämme aus älterer Zeit, die ihre Hochwasserschutzfunktion aus verschiedenen Gründen verloren haben, sollten ebenfalls in das vorgeschlagene Mähkonzept einbezogen werden, um ihren Vegetationscharakter und damit ihre Refugialfunktion zu erhalten.

Magerrasen mit ihrer Stickstoffarmut und Rohbodenstandorte aller Art zählen inzwischen zu den Manglelementen in unserer Kulturlandschaft. Deshalb sollte beim Dammbau, wenn irgend möglich, auf eine gezielte Nährstoffanreicherung durch Verwendung von humusreichem Oberboden verzichtet werden, um nicht von vornherein die Vegetationsentwicklung zu Magerrasen zu blockieren. Hierzu gehört auch, daß der spontanen Selbstbegrünung durch Pionierpflanzen mehr Raum gelassen wird. Wenn nach Abschluß des Dammbaus eine sofortige künstliche Begrünung unumgänglich ist, sollte wenigstens standortgerechtes Saatgut verwendet werden, das einen hohen Anteil an Samen krautiger Pflanzen enthält.

Außerdem sollten die Dämme auf ihrer gesamten Länge von einem mehrere Meter breiten, extensiv genutzten Grünlandstreifen oder von Ruderalflächen begleitet werden, die als Nahrungspuffer für Blütenbesucher fungieren könnten.

2.11 Magerrasen trockenwarmer Standorte

Mit dem Begriff »Rasen« ist in diesem Zusammenhang nicht der durch häufiges Mähen kurzgehaltene Grastepich der Parks und Vorgärten gemeint, sondern die mehr oder weniger geschlossene Vegetation, die vorwiegend aus Gräsern und zweikeimblättrigen Kräutern besteht. Magerrasen wachsen allgemein auf nährstoffarmen, d. h. stickstoff- und



Artenreicher Halbtrockenrasen auf dem Badberg im zentralen Kaiserstuhl. Am rechten unteren Bildrand ist ein Teil einer Lößwand zu sehen. Diese Struktur bedingt das Vorkommen einer ganzen Reihe von Bienenarten, die im Magerrasen selbst nur als Blütengäste auftreten, dort aber nicht nisten.

phosphorarmen Standorten. Die kräuterreiche, oft steppenähnliche Vegetation trockener bis wechsellückiger Böden auf Fels (vor allem Kalk), Sand und Kies wird oft im weiteren Sinne auch als Trockenrasen bezeichnet.

Aus der Vielfalt der standörtlichen Bedingungen und Nutzungsformen resultieren verschiedene Typen von Mager- bzw. Trockenrasen, deren Einteilung und Abgrenzung bisweilen schwierig ist. In verschiedenen bereits besprochenen oder noch zu behandelnden Lebensräumen treten sie in unterschiedlicher Ausprägung als Bestandteile der dort vorhandenen Vegetation auf. So finden wir auf Dünen, Flugsandfeldern und anderen nährstoffarmen Sandstandorten die Sandtrockenrasen in Form der sogenannten Silbergrasrasen und Blauschillergrasrasen (s. Kap. 2.8.1 u. 2.14). Auf voll besonnten, häufig austrocknenden, flachgründigen Böden an Steilhängen, auf Felsköpfen und -simsen, in Kiesgruben, auf Mauerkronen und auf Gleisanla-

gen finden wir mauerpfefferreiche Felsband- und Felsgrusgesellschaften (s. Kap. 2.13 u. 2.20.1). Auf extrem warmen Fels- und Sandstandorten, fast ausschließlich im nördlichen Oberrhein- und Nahegebiet sowie kleinflächig im Harzvorland siedeln Federgras-Steppenrasen (s. Kap. 2.14). Schließlich kennen wir noch Magerrasen-Gesellschaften, die durch die Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*) gekennzeichnet sind und die wegen ihres unterschiedlichen Wasserhaushaltes als Trocken- und Halbtrockenrasen bezeichnet werden. Auf sie soll im folgenden näher eingegangen werden.

Trockenrasen (gelegentlich auch als Volltrockenrasen bezeichnet) sind zumindest teilweise ursprüngliche, in der Regel aber vom Menschen durch Entwaldung und Beweidung geförderte, lückige Rasen sehr heißer, flachgründiger Felshänge meist auf Kalk und anderen basisch verwitternden Gesteinen (z. B. Tephrit im Kaiserstuhl, Phonolit im Hegau). In Baden-Württemberg finden sie sich vor allem im Kaiserstuhl, im Neckar- und Tauberland, auf der Schwäbischen Alb, im Hegau und am Isteiner Klotz. Weitere Zentren der Entfaltung liegen in den Wärmegebieten am Mittleren Main und der weiteren Umgebung von Regensburg.

Die Halbtrockenrasen wachsen auf tiefergründigen Böden mit besserer, verhältnismäßig ausgeglichener Wasserversorgung. Diese Magerrasen sind auf Kalk und Löß besonders gut ausgebildet. Sie finden sich ausschließlich auf ehemaligen Waldstandorten und verdanken daher ihre Entstehung ebenfalls der Waldrodung des Menschen. Traditionell werden sie als einschürige Wiesen oder als Schafweiden extensiv genutzt. In Baden-Württemberg gibt es sie vor allem auf der Schwäbischen Alb, im Muschelkalk des Neckarlandes, an den Hängen des Kochers und der Jagst, im Kraichgau und im Kaiserstuhl. Weitere Vorkommen finden sich im Fränkischen Jura und Muschelkalkgebiet, aber auch in anderen basenreichen Mittelgebirgslandschaften, wie Harzvorland, Thüringer Becken, Wetterau, Eifel sowie in den linksseitigen Rheinzufüssen der Pfalz und des Saarlandes.

Wenn also vegetationskundlich verschiedene Typen von Magerrasen unterschieden werden (vgl. OBERDORFER 1978), so lassen sich hinsichtlich der tierischen Besiedlung solche Abgrenzungen nicht vornehmen. Auch aus Sicht der Wildbienenfauna bestehen nämlich starke Verwischungen zwischen den einzelnen Magerrasen-Gesellschaften sowie Übergänge zu anderen Lebensräumen, wie Brachen, Sandäckern, mageren Feldrainen, Hohlwegen, Hochwasserdämmen, nicht humisierten Straßenböschungen, Ruderalstellen, Lesesteinhaufen,

Trockenmauern, Sand- und Kiesgruben, Steinbrüchen oder Sandheiden.

Trocken- und Halbtrockenrasen sind durch einen hohen Anteil an Kräutern geprägt, die für Wildbienen bedeutsam sind. In den lückigen Trockenrasen, in denen überall nackter Fels zutage tritt, wachsen u. a. Kugel-Lauch (*Allium sphaerocephalon*), Berg-Steinkraut (*Alyssum montanum*), Edel-Gamander (*Teucrium chamaedrys*), Berg-Gamander (*Teucrium montanum*), Schmalblättriger Lein (*Linum tenuifolium*), Gewöhnliches Sonnenröschen (*Helianthemum nummularium*), selten auch Zwerg-Sonnenröschen (*Fumana procumbens*) und Rispen-Flockenblume (*Centaurea paniculata*). Gelegentlich stellt sich auch der Natterkopf (*Echium vulgare*) ein.

Die Trockenrasenkräuter werden von zahlreichen, teils hochspezialisierten Wildbienen als Pollenquellen genutzt. So hat die Maskenbiene *Hylaeus punctulatus* ihre Hauptvorkommen außerhalb des Siedlungsbereichs dort, wo die im Hochsommer blühenden Lauch-Arten wachsen. Die Mauerbiene *Osmia andrenoides* besucht die Gamander-Arten. Die Sandbiene *Andrena tscheki* fliegt an Kreuzblütlern wie dem Berg-Steinkraut. Die meisten Arten, die in Trockenrasen als Nahrungsgäste auftreten, nisten in Felsspalten, unter lockerem Gestein, in leeren Schneckenhäusern oder in markhaltigen dürrer Pflanzenstengeln. Sofern günstige Substrate für Bodennister in der Umgebung vorhanden sind, stellen sich auch diese als Blütenbesucher ein.

Halbtrockenrasen haben eine mehr oder weniger geschlossene Grasnarbe. Ihre floristische Zusammensetzung hängt maßgeblich von der Art der Bewirtschaftung ab. Die Mahd trifft eine andere Auslese als die extensive Beweidung durch Schafe. Werden sie einmal im Jahr gemäht und nicht gedüngt, sind es blumenbunte, orchideenreiche Magerrasen (»Mähder« oder »Einmähder«) mit zahlreichen Schmetterlingsblütlern wie Wundklee (*Anthyllis vulneraria*), Hufeisenklee (*Hippocrepis comosa*), Hornklee (*Lotus corniculatus*) und Esparsette (*Onobrychis viciifolia*). Außer diesen wachsen hier viele weitere Bienenpflanzen wie Aufrechter Ziest (*Stachys recta*), Wiesen-Salbei (*Salvia pratensis*), Skabiosen-Flockenblume (*Centaurea scabiosa*), Rauher Löwenzahn (*Leontodon hispidus*), Schafgarbe (*Achillea millefolium*), Knolliger Hahnenfuß (*Ranunculus bulbosus*), Tauben-Skabiose (*Scabiosa columbaria*), Wiesen-Knautie (*Knautia arvensis*), Sonnenröschen (*Helianthemum nummularium*), Knäuel-Glockenblume (*Campanula glomerata*), Rundblättrige Glockenblume (*Campanula rotundifolia*), Feld-Mannstreu (*Eryngium cam-*



Kalk-Magerrasen auf einem Muschelkalk-Steilhang mit Natterkopf (*Echium vulgare*), Sonnenröschen (*Helianthemum nummularium*), Aufrechtem Ziest (*Stachys recta*), Blaugrünem Labkraut (*Galium glaucum*) und Acker-Wachtelweizen (*Melampyrum arvense*).

pestre), Wilde Möhre (*Daucus carota*). Bestandsaufnahmen auf der Schwäbischen Alb ergaben 85 Arten von Blütenpflanzen (MÜLLER 1987).

Werden die Halbtrockenrasen durch Schafe beweidet, dominieren im Gegensatz zu den als Mahdweiden genutzten Magerrasen giftige, schlecht schmeckende (bitterstoffreiche) oder stachelige Pflanzenarten, die von den Tieren gemieden werden: Stengellose Kratzdistel (*Cirsium acaule*), Silberdistel (*Carlina acaulis*), Dornige Hauhechel (*Ononis spinosa*), Enzian-Arten, z.B. Deutscher Enzian (*Gentiana germanica*). Die nicht weidefeste Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*) fehlt dagegen fast ganz. Auf der Schwäbischen Alb finden wir diese Schafweiden als ausgesprochen typische Landschaftselemente, die durch den Wacholder (*Juniperus communis*) mit seinen stechend spitzen Nadeln geprägt sind und daher auch »Wacholderheiden« heißen. Hier wachsen meist auch Schlehen (*Prunus spinosa*), Weißdorn (*Crataegus*) und verschiedene Wildrosen (*Rosa*). In den Wacholderheiden kommen durchschnittlich 30–40 Arten von Blütenpflanzen vor.

Eine Konstanz der extensiven Magerrasen-Bewirtschaftung über längere Zeit, also entweder Mahd oder Beweidung, ist heute nur noch selten gegeben. Daher ist eine saubere Trennung in gemähte und beweidete Magerrasen oft nicht mehr möglich und das typische Vegetationsbild wird verwischt (vgl. WITSCHEL 1980).

Die besonderen kleinklimatischen Verhältnisse der Trocken- und Halbtrockenrasen und die meist geringe Nutzungsintensität ermöglichen vielen, insbesondere wärmeliebenden Bienenarten hier zu leben. Der Blütenreichtum bietet zahlreichen, darunter vielen gefährdeten Bienenarten eine hervorragende Nahrungsgrundlage. Trocken- und Halbtrockenrasen gehören daher zu den wildbienenreichsten Lebensräumen. Neben dem trockenwarmen Kleinklima und dem von der floristischen Zusammensetzung abhängigen Angebot an Nektar- und Pollenquellen sind allerdings artspezifische Nistgelegenheiten in der Vegetation selbst oder in der Nachbarschaft bestimmend für die Besiedlung durch Bienen. Zum Nisten geeignete Requisiten in diesen Magerrasen selbst sind z.B. vegetationsfreie Stellen, leere Schneckenhäuser oder Felspartien. Als sehr besiedlungsfördernd erweisen sich Kleinstrukturen in der Umgebung, wie unbefestigte Wege, Steilwände (Löb- und Lösswände), lückige Ruderalfluren (markhaltige Stängel, vegetationsfreie Bodenstellen), Hecken, Gehölze und Waldränder (Käferfraßgänge, markhaltige Zweige, leere Schneckenhäuser) und Felsen. Manche Arten finden in den Magerra-

sen sowohl Nistplatz wie Nahrung (Ganzsiedler), andere treten nur als Nahrungsgäste auf, haben aber ihre Nester außerhalb (Teilsiedler).

Wichtig ist daher der Kontakt dieser Magerrasen mit anderen Lebensräumen. Auch die Flächengröße und das Relief haben einen großen Einfluß auf die Artenzahl und -zusammensetzung. Auf kleine Inseln geschrumpfte Bestände zeigen die sonst vorhandene Vielfalt nur noch fragmentarisch.

Den größten Artenreichtum an Wildbienen haben Magerwiesen auf Löß, wie sie (noch) im Kaiserstuhl, in der Vorbergzone des Schwarzwaldes oder im Kraichgau zu finden sind. Bestandsaufnahmen älteren und jüngeren Datums (nicht immer veröffentlicht), können dies eindrucksvoll belegen. KRATOCHWIL (1983, 1984) fand in einem Komplex von brachliegenden Halbtrockenrasen und Glatthaferwiesen im nördlichen Kaiserstuhl, eingebettet zwischen Waldrand, Weinbergen und Obstwiesen 132 Bienenarten. Ebenfalls im Kaiserstuhl konnte ich selbst auf dem Haselschacherbuck, einem ausgedehnten Komplex von brachliegenden, gemähten und beweideten Magerrasen mit eingestreuten Felsbändern, Lößwänden und Gebüschern über 100 Bienenarten nachweisen. Auch in unveröffentlichtem Sammlungsmaterial befinden sich reiche Bestände an Bienen, die aus solchen, mit Trocken- und Halbtrockenrasen vernetzten Lebensraumkomplexen stammen.

Für folgende Bienenarten waren diese Magerrasen Gesamt- bzw. Teillebensraum: die Sandbienen *Andrena combinata*, *A. curvungula*, *A. fulvago*, *A. hattorfiana*, *A. humilis*, *A. marginata* und *A. nana*, die Furchenbienen *Lasioglossum costulatum*, *L. griseolum*, *L. interruptum*, *L. laevigatum*, *L. lativentre*, *L. majus*, *L. sexnotatum*, *L. pauperatum* und *L. xanthopus*, die Mauerbienen *Osmia andreoides*, *O. bicolor*, *O. aurulenta*, *O. gallarum*, *O. andreoides*, *O. ravouxi*, *O. rufohirta* und *O. versicolor*, die Blattschneiderbienen *Megachile pilidens* und *M. rotundata*, die Kegelbienen *Coelioxys afra* und *C. rufocaudata*, die Keulhornbiene *Ceratina callosa*, die Langhornbienen *Eucera tuberculata*, *E. longicornis* und *E. interrupta*, die Wespenbienen *Nomada argentea*, *N. armata* und *N. sexfasciata* sowie die Hummeln *Bombus confusus* und *B. soroeensis*. Auch der Siedlungsschwerpunkt der Schlüßbiene *Rophites algeris* und der Kraftbiene *Blastus emarginatus* ist hier zu suchen. Die einzigen Nachweise der Langhornbiene *Eucera interrupta* in Baden-Württemberg stammen aus Magerrasen des zentralen Kaiserstuhls. Auch die in der Bundesrepublik Deutschland extrem seltenen Furchenbienen *Lasioglossum bluethgeni* und *L. albocinctum* haben ihren Verbrei-



Die Eichhalde, eine ausgedehnte Wacholderheide im Tal der Großen Lauter auf der Schwäbischen Alb.

tungsschwerpunkt in Magerrasen-Komplexen des Kaiserstuhls.

In höheren Lagen der Schwäbischen Alb sind extrem wärmeliebende Arten und solche, die bevorzugt im Löß oder Sand nisten, nicht vertreten. Unter den bodennistenden Arten sind meist nur anspruchslosere Arten zu finden, vor allem, wenn Weißjura-Verwitterungsböden anstehen. Diese Rendzinen oder Fleinsböden sind humusreich, dunkelbraun bis schwarz und meist mit Kalkbrocken durchsetzt. In trockenem Zustand sind sie krümelig, in feuchtem eher schmierig und daher für die Nestanlage im Vergleich zu bindigen Löß- oder sandigen Lehm Böden ungünstig. Oberirdisch nistende Arten finden in gemähten Magerrasen ohnehin praktisch keine Nistgelegenheiten. Hier sind deshalb vor allem Nahrungsgäste regelmäßig anzutreffen, unter denen die in ungestörten Randbereichen in Schneckenhäusern nistenden Mauerbienen *Osmia bicolor*, *O. aurulenta*, *O. rufohirta* und *O. spinulosa* typisch sind. Welche weiteren oberirdisch nistenden Arten diese Alb-Magerrasen zum Nahrungserwerb aufsuchen, hängt von dem Strukturangebot in der Umgebung ab.

Magerrasen der Schwäbischen Alb finden sich heute meist nur noch in Form von Wacholderhei-

den. Da sie aber nur etwa die Hälfte an Blütenpflanzen wie Einmäher enthalten, ist im Vergleich zu den einschürigen Wiesen auch eine artenärmere Blütenbesuchergemeinschaft zu erwarten. Ihre Besiedlung durch Bienen hängt auch stark von der Intensität der Nutzung ab. Die mit großen Schafherden intensiv befahrenen Weiden sind sehr bienenarm, weil zur Flugzeit der Bienen nur wenig blüht. Frühe Sukzessionsstadien brachgefallener Wacholderheiden sind blüten- und damit bienenreicher, bis mit fortschreitender Sukzession und damit einhergehender Verbuschung und Bewaldung die Bienenfauna wieder stark abnimmt.

Ganz allgemein gilt: Die Bienenfauna von Magerweiden ist artenärmer als die von Magerwiesen.

Magerrasen gleich welcher Art und Ausprägung sind hochgradig gefährdete Lebensräume. Sie sind daher höchst schutzwürdig, da sie bis heute von der intensivierten landwirtschaftlichen oder sonstigen Nutzung verschont geblieben und Relikte der alten kleinbäuerlichen Kulturlandschaft sind. Während noch vor hundert Jahren Magerwiesen allein auf der Schwäbischen Alb zwei Drittel der Wiesenflächen einnahmen (GRADMANN 1950), wurden sie in den vergangenen Jahrzehnten durch Intensivierung – u. a. Einführung der Mineraldüngung – und Mecha-



Felsbildungen sind bedeutende Kleinstrukturen in den Magerrasen der Schwäbischen Alb.

nisierung in der Landwirtschaft derart großflächig zerstört, daß heute nur noch wenige Reste übrig sind. Auch der Eintrag von Nährstoffen aus der Luft bedroht die bis heute nährstoffarm gebliebenen Wiesenflächen in zunehmendem Maße. Nach KAULE (1986) werden in den Industrienationen jährlich 20–40 kg Stickstoff pro Hektar über den Staub- und Regenniederschlag eingetragen. An die Stelle der Magerwiesen trat das artenarme Einheitsgrün intensiv genutzter Wirtschaftswiesen. Magerwiesen lassen sich zwar in zwei bis drei Jahren durch intensive Düngung und Mahd in Fettwiesen überführen, der umgekehrte Prozeß dauert auf vielen Standorten jedoch Jahrzehnte (vgl. SCHIEFER 1984). Daher ist die Erhaltung der noch vorhandenen Bestände um so wichtiger. Bei den Wacholderheiden liegt der Rückgang regional zwischen 50% und über 90%. Sie sind vor allem durch Aufforstung und Brachfallen zurückgegangen (vgl. MATTERN et al. 1979). Aber auch durch Umbruch, Bebauung, Abgrabung und Gesteinsabbau wurden Magerrasen großflächig vernichtet. Dadurch haben auch die Bestände solcher Bienenarten gravierende Verluste erlitten,

die als Ganz- oder Teilsiedler die Magerrasen und deren Kleinklima, bzw. das hier vorhandene Requisitenangebot benötigen.

Da Magerrasen überwiegend durch den Menschen entstanden sind, führt der Wegfall der extensiven Nutzung (Brachfallen) langfristig zu Verbuschung und Wiederbewaldung. Gehölzfreie Magerwiesen können nach der Nutzungsaufgabe jahrzehntelang ohne Wiederbewaldung fort dauern. Oft dringen aber vom Rand des Magerrasens Gehölze ein, die sich dann durch sogenannte Wurzelbrut ausbreiten und langsam den Magerrasen abbauen. Dies gilt insbesondere für die Schlehe (*Prunus spinosa*) und die Robinie (*Robinia pseudacacia*). Eine an die traditionelle Nutzung angelehnte Pflege ist daher notwendig. Das Mähen der Magerwiesen sollte (insbesondere während der Vegetationsperiode) grundsätzlich gestaffelt (räumlich und zeitlich versetzt) erfolgen, damit die Nahrungsgrundlage nicht schlagartig entzogen wird und Ausweichräume vorhanden sind. Das Mähgut ist bald nach der Mahd zu entfernen. Eine gelegentliche frühe Mahd (Anfang bis Mitte Juni) ist zur Aushagerung, d. h. zum Entzug der sich z. B. durch Stickstoffemissionen aus Industrie und Verkehr allmählich anreichernden Nährstoffe, günstig.

In brachgefallene Magerwiesen dringen mit der Zeit wärmeliebende Saumpflanzen ein, die mähempfindlich sind. Diese »Versaumung« kann zwar zu einer Erhöhung der Pflanzen-Artenzahl führen, darf aber in ihrer Bedeutung für Wildbienen nicht überbewertet werden, weil damit nicht automatisch eine Förderung der Bienenfauna verbunden sein muß. Ihre Auswirkung auf Wildbienen hängt stark von dem zusätzlichen Requisitenangebot ab. Zu den Saumpflanzen gehören Blutroter Storchschnabel (*Geranium sanguineum*), Hirschwurz (*Peucedanum cervaria*), Bunte Kronwicke (*Coronilla varia*) und Herbst-Aster (*Aster amellus*), von denen vor allem Storchschnabel und Kronwicke in den Magerwiesen oft größere Herden bilden und an ihren Wuchsorten Rasenarten verdrängen. Für nicht auf bestimmte Pollenquellen spezialisierte Bienenarten, insbesondere soziale Arten wie Hummeln (*Bombus*) und manche Furchenbienen (*Lasioglossum*) stellt die Versaumung zweifellos eine Erweiterung des Nahrungs-, insbesondere des Nektarangebots dar. Für spezialisierte, in den Halbtrockenrasen schwerpunktmäßig vorkommende Bienen spielen sie jedoch in der Regel als Pollenquellen kaum eine Rolle. Lediglich die von Korbblütlern abhängige Mauerbiene *Osmia spinulosa* besucht gelegentlich auch die Herbst-Aster zum Pollensammeln. Die Bunte Kronwicke wird von Hummeln und gelegent-

lich auch von der Wollbiene *Anthidium manicatum* und wenigen anderen Megachiliden als Pollenquelle genutzt.

Die Intensivierung der bisherigen Wiesenutzung durch Düngung und häufigere Mahd führt zu einer Verschiebung des Artenspektrums der Wildbienen, weil für die Arten, die Magerrasenpflanzen als Pollenquellen benötigen, das Nahrungsangebot verschlechtert wird. Die Aufforstung der Halbtrockenrasen bewirkt eine völlige Vernichtung der Bestände der hier siedelnden Bienenarten.

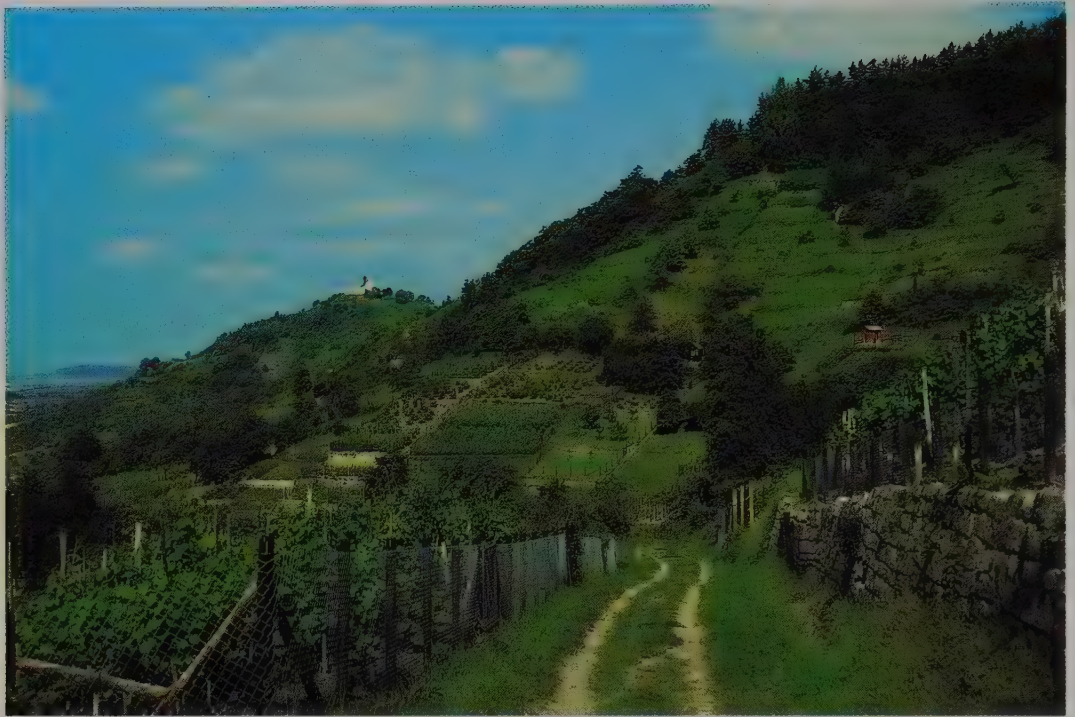
Mit dem Rückgang der Wanderschäfarei und der damit verbundenen Abnahme der Beweidungsintensität sind viele Wacholderheiden dem ursprünglichen Bild befahrener Schafweiden entwachsen. Sie stellen nun labile Sukzessionsstadien dar, die nach Aufgabe der Nutzung von der reinen offenen Heide über eine Verbuschung bis hin zum Wald führen. Durch das teilweise schon längere Zeit zurückliegende Brachfallen sind aber äußerst vielfältige Lebensräume entstanden, die aus Gründen des Artenschutzes in diesem Formenreichtum erhalten bleiben sollten. Da offene oder nur gering verbuschte Wacholderheiden inselartige Refugien inmitten intensiv genutzter landwirtschaftlicher Gebiete sind, ist ihre Erhaltung auch aus Sicht der Wildbienenfauna unverzichtbar. Vor Illusionen sei allerdings gewarnt: Ab einem bestimmten Sukzessionsstadium ist eine Entwicklung zum Wald kaum mehr aufzuhalten. Zur Erhaltung der kargen Schafweiden-Vegetation ist der Verbiß und die Auslese durch das Schaf unabdingbar. Durch rein technische Maßnahmen ist die charakteristische Pflanzenwelt niemals zu erhalten. Mit der Schafbeweidung allein kann eine beginnende Verbuschung aber ebenfalls nur verzögert werden, mechanische Eingriffe (Entbuschung) sind wie seit altersher von Zeit zu Zeit zusätzlich nötig. Das Pferchen von Schafen auf Wacholderheiden (wie auch auf anderen Magerrasen) muß grundsätzlich unterbleiben. Auch durch Intensivierung der herkömmlichen Beweidung durch immer größere Herden auf immer kleineren Flächen treten Schäden an Flora und Vegetationsdecke (Erosion) auf. Diese Nachteile müssen leider aber oft in Kauf genommen werden, da der Rückgang der Wanderschäfarei unaufhaltsam ist. So gewinnt zunehmend die stationäre Hüteschafhaltung (Beweidung von Flächen in der Umgebung eines festen Standortes) für die Pflege von Wacholderheiden an Bedeutung. Um verbuschte Heiden wieder der Beweidung zugänglich zu machen, werden schon seit Jahren in Zusammenarbeit zwischen Naturschutzbehörden, Forstverwaltung, Gemeinden und Vereinen Pflegeeinsätze durchgeführt.

Aus Artenschutzgründen, z. B. zur Erhaltung seltener oder besonders gefährdeter Pflanzenarten oder der Pollenquellen extrem seltener und vom Aussterben bedrohter Fröhsommer-Bienenarten kann auch eine Herausnahme von Teilflächen aus der regelmäßigen Beweidung notwendig sein. Da eine erst im Hochsommer erfolgende Beweidung aus der Sicht des Schäfers nicht erwünscht ist, bietet sich am ehesten eine späte Mahd an. Vor allem im Nördlinger Ries (z. B. Naturschutzgebiet »Goldberg«) ist ein derartiger Pflegemodus auf Teilflächen wegen der dort (noch) relikthaft vorkommenden Mörtelbiene *Megachile parietina* und der Mauerbiene *Osmia mustelina* dringend notwendig.

Da aber ohnehin auch in Zukunft nur ein Teil der noch vorhandenen Heideflächen beweidet werden kann, ist eine mechanische Pflege auf den übrigen Flächen nötig, um der natürlichen Entwicklung zum Wald wenigstens bremsend entgegenzuwirken und eine historische Kulturform und die an sie gebundene Pflanzen- und Tierwelt auf lange Sicht zu erhalten (vgl. HARNISCHMACHER 1988).

2.12 Weinberge

Bereits mit den Römern gelangte die Kulturrebe an die Mosel und den Rhein und von dort nach Südwestdeutschland. Der Beginn des Weinbaus liegt links des Rheins im 2.–3. Jahrhundert n. Chr., rechts des Rheins im 8. Jahrhundert n. Chr. (WERNER & KNEITZ 1978). In Baden-Württemberg wird der Weinbau urkundlich bereits 766 für die Heilbronner Gegend erwähnt (LINCK 1954), 769 für Bötzingen im Kaiserstuhl (WILMANN et al. 1977). Im 16. und zu Anfang des 17. Jahrhunderts erreichte er seinen höchsten Stand und nahm in Württemberg eine etwa viermal größere Fläche ein als heute. Im Verlauf des 17. Jahrhunderts setzte jäh der Rückgang des Weinbaus ein. Auch in anderen deutschen Weinbaugebieten gingen die Rebfluren in ähnlicher Weise zurück, in Nord- und Mitteldeutschland ist der blühende Anbau des Mittelalters ganz verschwunden. Im Laufe der Zeit zog sich der Weinbau auf die wärmsten Landesteile zurück, wo er heute nur noch innerhalb der 9° Isotherme betrieben wird. Günstige Bedingungen finden sich in Baden-Württemberg am ehesten am Rhein und Neckar und ihren Nebenflüssen, an der Tauber und am Bodensee. Dort stockt die Rebe vor allem an den nach Süden, Südwesten und Südosten geneigten Tälern, Hügeln und Bergen. Die Sonneneinstrahlung ist besonders stark und daher das Lokalklima sehr



Historische, wildbienenreiche Weinberglandschaft am Tübinger Spitzberg. An der Trockenmauer am rechten Bildrand nistet regelmäßig die Mauerbiene *Osmia ravouxi*.



Eintönige, wildbienenfeindliche Weinberge im Remstal nach der Rebflurbereinigung.

warm. In ganz besonderem Maße begünstigt ist der Kaiserstuhl.

Ab dem 10. Jahrhundert wurde die Eroberung der Hänge durch die Rebe und die damit einhergehende Umgestaltung der ursprünglichen Landschaft sichtbar. Ursprünglich waren die Rebhänge bewaldet, auf besonders flachgründigen Böden wuchsen wahrscheinlich Krüppelformen, lichter Trockenbusch oder der ganze Komplex der sogenannten »Steppenheiden« (GRADMAN 1950). Die natürliche Vegetation wurde vom Menschen gerodet und durch seine kultivierende Hand entstanden nach und nach die »Historischen Weinberglandschaften«, die LINCK (1954) in seinem Buch »Der Weinberg als Lebensraum« für Württemberg so treffend beschrieben hat. Deren Reste begegnen uns heute nur noch in wenigen Gebieten wie dem Tübinger Spitzberg, die daher von unschätzbarem kulturhistorischem Wert sind. Sie weisen eine Mannigfaltigkeit an Kleinlebensräumen auf und sind durch eine große Vielfalt an Pflanzen und Tieren mit einem hohen Anteil an Wärme und Trockenheit liebenden Arten südeuropäischer oder östlich-kontinentaler Herkunft gekennzeichnet. Sie geben im Verein mit mediterranen Kulturbegleitern und Kulturflüchtlingen dem Weinberg sein südliches Gepräge. Die Vegetation setzt sich zusammen aus Steppenheide-Wäldern und -Gebüsch, wärmeliebenden Säumen (Steppenheiden), Magerrasen unterschiedlicher Ausprägung, Brachen verschiedenen Alters, Ruderalfluren und Weinbergwildkrautgesellschaften (LINCK 1954, GÖRS 1966, SCHEDLER 1978). Die Vegetation der Weinberge und Lößböschungen des Kaiserstuhls hat WILMANNS ausführlich und eindrucksvoll beschrieben (WILMANNS et al. 1977). Die ungemein vielfältige Pflanzenwelt dieser alten Kulturlandschaften enthält zahlreiche für Wildbienen bedeutsame Nahrungsquellen, für hochgradig spezialisierte Blütenbesucher ebenso wie für unspezialisierte. Sie alle zu nennen, ist hier kein Raum. Die Blüten der Reben selbst sind für Wildbienen ohne Bedeutung.

Böschungen, Trockenmauern, Lesesteinriegel, Staffeln und natürliche Felsbildungen tragen ebenfalls zur reichen Struktur dieser Weinberge bei, die deshalb Wildbienen mit verschiedensten Nistplatzansprüchen günstige Existenzbedingungen bieten. Speziell in Lößgebieten (Kaiserstuhl, Kraichgau) wurde das Anlegen von Terrassen durch den relativ festen Löß erleichtert. Daraus resultierten letztendlich die ehemals zahllosen Lößwände. In diesen Landschaften entstanden auch durch jahrhundertlange Benutzung der gleichen Fahrwege und Auschwemmungen die typischen Hohlwege.

Über die Wildbienenfauna von Weinbergen liegen nur wenige Untersuchungen vor. KLUG (1965) hat u.a. die Bienen des überwiegend weinbaulich genutzten Tunibergs, einer von einer mächtigen Lößschicht bedeckten Doggerscholle südlich des Kaiserstuhls erfaßt und 141 Bienenarten nachgewiesen. WOLLMANN (1986) hat die Hautflügler-Fauna eines Rebhanges sowie von unmittelbar angrenzenden kleinflächigen, naturnahen Bereichen im mittleren Ahrtal (Ahreifel) untersucht und 76 Wildbienenarten festgestellt. Ich selbst konnte am Tübinger Spitzberg, einem reich strukturierten Keuperhöhenzug im oberen Neckartal mit Weinbergen, Brachen, Magerrasen, Ruderalfluren, Felsen, Rutschhängen, Obstwiesen und Waldrändern rund 160 Bienenarten nachweisen (WESTRICH 1980, 1983c, unpubl. Funde). Bis auf die zitierten Untersuchungen und einzelne unveröffentlichte Aufsammlungen ist eine gezielte Erforschung der Bienenfauna Historischer Weinberglandschaften in früheren Jahrzehnten weitgehend unterblieben. Rückschlüsse sind daher oft nur aufgrund des Sammlungsmaterials in Museen oder von Tagebuchaufzeichnungen möglich. (Zu den besonders wertvollen Weinbergbrachen mit ihrer engen Verzahnung verschiedener Sukzessionsstadien, die eine artenreiche, wärmeliebende Bienenfauna beherbergen, s. auch Kap. 2.17.2).

Durch den grundsätzlichen Umbau der gesamten Agrarstruktur in den letzten 30 Jahren hat sich das Bild und der Charakter unserer Kulturlandschaft tiefgreifend verändert. Am sichtbarsten sind von diesen Veränderungen im Landschaftsbild Süddeutschlands die Weinbaugebiete betroffen. Schwerwiegende Auswirkungen haben die Rebflurbereinigungen als Sonderfall der Flurbereinigungen in allen süddeutschen Weinbaugebieten. Die traditionellen Weinberge mit ihren Terrassen und Stützmauern oder Steilwänden (Löß) wurden im Handbetrieb bewirtschaftet. Die Flurbereinigung hatte die Umstellung auf maschinelle Bewirtschaftbarkeit zum Ziel. Um dies optimal zu erreichen, müssen viel einschneidendere Veränderungen der Landschaft durchgeführt werden als zur Bereinigung einer Feldflur. Da die Lebensgemeinschaft (Biozönose) der Historischen Weinberge durch jahrhundertlange gleichbleibende Bewirtschaftung geschaffen und in einer Art labilen Gleichgewichts gehalten wurde, mußte eine grundsätzliche Änderung der Bewirtschaftungsweise diese anthropogene Biozönose vernichtend treffen. Die landschaftliche und architektonische Eigenart sowie das reiche biologische Inventar dieser Kulturlandschaften wurden als Ganzes ausgelöscht. Trotz heftiger, aber konstruktiver Kritik von Seiten des Naturschutzes, die bereits



Wildtulpen (*Tulipa sylvestris*) in einem extensiv bewirtschafteten Weinberg.

1965 u. a. in einem sehr nachdenklich stimmenden, fast resignativen Aufsatz von O. LINCK zum Ausdruck kam, wurde der Modus der Rebflurbereinigungen bis auf wenige, eher »kosmetische« Maßnahmen unverändert bis heute beibehalten. Wo ehemals verschiedenste Kleinlebensräume mosaikartig verteilt waren, wurden von der Technik modellierte Hänge für Reb-Großplantagen angelegt. Im Kaiserstuhl, wo der oft 30 m oder noch mächtiger anstehende Löß ein leicht zu bearbeitendes Material darstellt und der Umgestaltung keine Grenzen setzt, mußten Hunderte von Lößwänden großflächigen Böschungen weichen, die die Steilwände als Nistraum auch langfristig nicht ersetzen können (MIOTK 1979). In anderen Weinbaugebieten wurden an Stelle von Trockenmauern mit Beton verfugte Mauern oder massive Betonwände gesetzt oder die Trockenmauern wurden ersatzlos geschleift. Die Einbeziehung der Waldränder in die Planierungen waren harte Eingriffe in das natürliche Gefüge des Waldes und des ihn begleitenden Saumes und stellen irreparable Schäden der gesamten Waldrand-Lebensgemeinschaft dar. Daß bis in die jüngste Zeit rein ökonomische Ansprüche den absoluten Vorrang haben, belegen u. a. die Untersuchungen von

ABT (1985) in dem 1982 flurbereinigten Lenzenberg bei Stuttgart: »...Vor der Flurbereinigung waren mindestens 16 % der Fläche ökologisch bedeutsame Kleinbiotope (ca. 2 ha)... Heute sind im Weinberg, einschließlich gepflasterter Rastplätze mit Sitzbänken höchstens 500 qm, also etwa 0,4 % der Fläche nicht mit Strukturen belegt, die für den intensiven Weinbau geschaffen wurden.«

Die Auswirkungen werden von den verschiedensten Autoren beklagt: »Bei Umlegungsmaßnahmen gehen die biologisch wertvollen, vom Menschen weniger beeinflussten Lebensräume, die Mauern, Steinriegel, Ödungen, Brachflächen, Steppenheiden und kleine Feldgehölze, Bäume und Büsche, mit ihrer gesamten Fauna verloren. Der vielfältige Lebensraum wird in eine extreme Monokultur überführt« (WERNER & KNEITZ 1978). Oder: »Das vielfältige Mosaik von bisher noch die Südhänge charakterisierenden Weinbergterrassen, umgeben von Trockenmauern, Staffeln, Steinriegeln, Hohlwegen, Feldrainen, Brach- und Ruderalflächen, Hecken und Trockenrasen, mußte nüchternen Gesichtspunkten der Ertragssteigerung, Wettbewerbsfähigkeit, nicht zuletzt auch rationeller Bewirtschaftung weichen. Ein gewaltiger Einsatz schwerster Erdbewegungsgeräte verwandelte das gewohnte Bild der Weinberge in technisch gedachte und am Reißbrett geplante, streng angeordnete Monokulturen, in eine planierte Fläche aus fungizidbenetzten Drahtanlagen mit immer häufiger herbizidbehandelten Böden, durchzogen von Entwässerungskanälen, Asphalt- und Betonwegen« (SCHEDLER 1978).

Allein der Verlust von Bienen-Nahrungspflanzen ist gravierend. Nach SCHEDLER (1978) beträgt die Artenzahl in umgelegten Rebanlagen schätzungsweise nur ein Zehntel des Bestandes der Historischen Weinberglandschaft. SCHWAB (1986) hat im Neckartal bei Stuttgart eine 1972 bereinigte Rebflur mit benachbarten, noch nicht bereinigten Weinbergen verglichen. Er kam zu dem Ergebnis, daß mehr als die Hälfte der Pflanzenarten nach der Bereinigung nicht mehr vorhanden waren, obwohl der bereinigte Teil eine fünfmal größere Fläche aufweist als der unbereinigte. Durch die Entfernung von Mauern und Staffeln war von den Pflanzen, die hier siedeln, ein hundertprozentiger Artenschwund zu verzeichnen. Dieser gravierende Verlust an Pflanzenarten hat noch viel schwerwiegendere Folgen für die gesamte Blütenbesuchergemeinschaft, die Wildbienen eingeschlossen. Selbst nach der Umlegung ist durch chemische oder mechanische »Unkraut«-Bekämpfung oder die gezielte Begrünung mit Gräsern oft kein kontinuierliches Nahrungsangebot mehr vorhanden. Die Beseitigung der Kleinstrukturen



Reblandschaft im zentralen Kaiserstuhl. Im Hintergrund Großterrassen der ersten Rebflurbereinigungsphase, im Vordergrund Reste der alten kleinterrassierten Weinberglanschaft.



Südostexponierte Lößböschung im rebflurbereinigten Kaiserstuhl. Lebensraum von Wildbienen, die trockenwarme Ruderalstellen besiedeln.

und damit der Verlust der Nistmöglichkeiten tun ihr übriges zu der schwerwiegenden Dezimierung der Wildbienen. Wenn auch der Höhepunkt der Weinbergflurbereinigungen überschritten ist und wenn heute von den ausführenden Organen den Anliegen des Naturschutzes mehr Verständnis entgegengebracht wird, so wirft doch die Rebflurbereinigung nach wie vor immense Naturschutzprobleme auf.

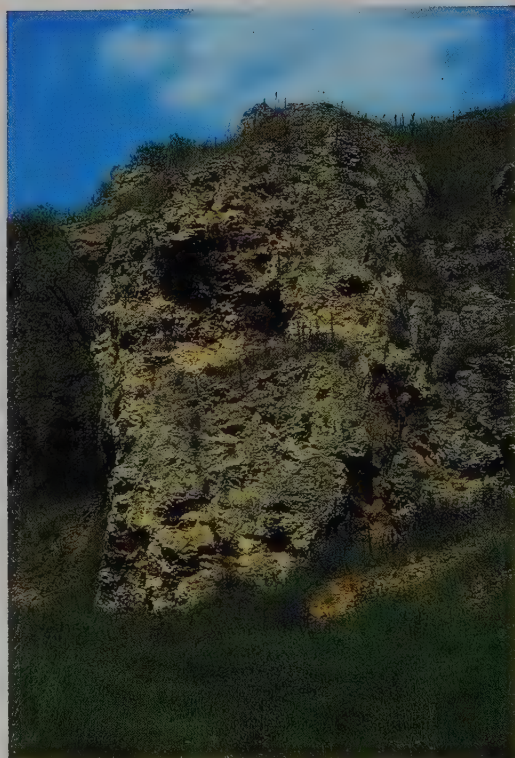
Der Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln hat nicht nur auf den direkt behandelten Rebflächen, sondern durch Abdrift der Giftstoffe auch auf benachbarten, nicht umgelegten und unter Schutz stehenden Flächen eine Verarmung der Insektenfauna zu Folge. Besonders deutlich wird dies in Gebieten, deren Faunenentwicklung mit Hilfe von Sammlungsbeständen, Tagebüchern und eigenen Beobachtungen über Jahrzehnte verfolgt werden konnte (z. B. NSG »Rheinhalde« im südlichen Kaiserstuhl).

Aus Sicht des Wildbienenschutzes sind folgende Zielvorstellungen für die Gestaltung und Bewirtschaftung von Weinbergen zu fordern:

- vollständige Erhaltung der Reste historischer Weinberglandschaften.
- Erhaltung und Pflege alter Weinbergbrachen.
- in bereits bereinigten Gebieten Neuschaffung zu mindest kleiner, nach Möglichkeit aber größerer, vielfältiger, naturnaher Flächen, die das Rebge lände mosaikartig durchsetzen (Trockenmauern, Steinriegel, Gebüsche, Brachen).
- Erhaltung und Förderung der Weinberg-Wildkräuter.
- Verwendung von Weinbergpfählen aus Holz an Stelle von Beton oder Metall.
- Trocken aufgeschichtete Natursteinmauern an Stelle von Betonwänden.
- Wenn schon nicht völliger Verzicht, dann wenigstens deutliche Einschränkung des Einsatzes von Insektiziden und Herbiziden.
- Vermeidung der Beeinträchtigung naturnaher Flächen bei der Ausbringung von Pflanzenbehandlungsmitteln.

2.13 Felsen und Abwitterungshalden

In Süddeutschland sind Felsbildungen und Abwitterungshalden vor allem auf der Schwäbischen und Fränkischen Alb, und zwar im Muschelkalk und Weißjura verbreitet. Besonders schöne Ausprägungen finden wir in Baden-Württemberg am Isteiner Klotz, im Donautal, im Kleinen Lautertal und im Taubertal, jenseits der Landesgrenze an den bayri-



Sprudelkalkfelsen im Nördlinger Ries. Hier nisten u. a. die Mörtelbiene *Megachile parietina* und die Mauerbienen *Osmia anthocopoides* und *O. mustelina*.

schen Hängen des Main- und Altmühltals. Im Nördlinger Ries hingegen können die Felsen auch aus Kalken des ehemaligen Riessees entstanden sein (»Sprudelkalk«). Im Hegau und Kaiserstuhl sind sie vulkanischen Ursprungs (Phonolit, Tephrit). Die Felsköpfe und Felsbänder tragen eine oft einzigartige Xerothermvegetation in Gestalt von Felsgrus- und Felsbandgesellschaften sowie Trockenrasen. Diese sind reich an verschiedenen Dickblattgewächsen wie Weiße Fetthenne (*Sedum album*), Scharfer Mauerpfeffer (*Sedum acre*) und Felsen-Fetthenne (*Sedum reflexum*), die alle sehr gerne von Wildbienen besucht werden. Auf diesen flachgründigen, heißen und trockenen Stellen siedeln auch Berg-Steinkraut (*Alyssum montanum*), Berg-Lauch (*Allium montanum*), Aufrechter Ziest (*Stachys recta*) und Gewöhnliches Sonnenröschen (*Helianthemum nummularium*), denen sich selten Kugel-Lauch (*Allium sphaerocephalon*) und Rispen-Flockenblume (*Centaurea paniculata*) hinzugesellen. Südwestexponierte Abwitterungshalden (Muschelkalkhalden) mit bewegten, scherbigen bis mergeligen Böden ent-

halten Pflanzenarten, die für viele, auch spezialisierte Wildbienenarten bedeutsame Pollenquellen sind, wie Edel-Gamander (*Teucrium chamaedrys*), Berg-Gamander (*Teucrium montanum*), Rauher Alant (*Inula hirta*), Berg-Hellerkraut (*Thlaspi montanum*), Schmalblättriger Hohlzahn (*Galeopsis angustifolia*) oder Natterkopf (*Echium vulgare*). Schuttfächer am Fuße von Felssteilwänden sind als Nahrungsräume ebenfalls unverzichtbare Bestandteile dieses Lebensraums. Im Umfeld befinden sich oft auch wärmeliebende Hochstaudensäume und Gebüsche.

Die Wildbienenfauna sonnenexponierter Felshänge und Steinschutthaldden ist je nach Untergrund, Struktur und Umfeld artenreich bis artenarm, weist aber meist hochgradige Spezialisten auf.

Was das Angebot an Nistmöglichkeiten betrifft, so sind Felshänge oder Abwitterungshalden im Kalkgestein mit ihren spezifischen Verwitterungsböden für bodenbewohnende Bienenarten wenig geeignet. An ihrer Stelle siedeln hier in erster Linie Arten, die ihre Nester an Felsen oder Steinen oder in deren Spalten und Vertiefungen anlegen sowie solche, die unter Steinen oder in leeren Schneckenhäusern nisten.

Charakteristische Bewohner dieser Lebensräume sind die Mauerbienen *Osmia andrenoides*, *O. anthocopoides*, *O. ravouxi* und *O. villosa*, selten auch *O. mustelina* und *O. lepeletieri* sowie die Blattschneiderbiene *Megachile pilidens*. Nur noch an wenigen Stellen treffen wir die Mörtelbiene *Megachile parietina* an. Unter den Kuckucksbienen sind es vor allem die Kegelbiene *Coelioxys afra*, die Zweizahnbiene *Dioxys tridentata* und die Dusterbiene *Stelis nasuta*, die hier wichtige Siedlungsschwerpunkte haben. Vor allem die Mauerbiene *Osmia andrenoides* besiedelt überwiegend Abwitterungshalden. Auch die Wollbienen *Anthidium manicatum*, *A. oblongatum* und *A. punctatum*, die Maskenbiene *Hylaeus punctulatus* sowie die Furchenbiene *Lasioglossum nitidulum* nutzen die Felsspalten als Nistplatz.

Im Gegensatz zu Kalkgesteinen verwittern Sandsteine oder Vulkangesteine zu einem Produkt, das für Erdnister wesentlich günstiger ist. Dies läßt sich besonders gut an einer der bedeutendsten außeralpinen Felsbildungen Deutschlands, dem Rotenfels, aufzeigen. Am Durchbruchstal der Nahe bildet er bei Bad Münster am Stein-Ebernburg eine imposante 1200 m lange und über 200 m hohe, teilweise



Felshänge und Abwitterungshalden im Kleinen Lautertal (Schwäbische Alb). Lebensraum der Mauerbienen *Osmia anthocopoides*, *O. andrenoides*, *O. bicolor*, *O. aurulenta*, *O. rufohirta*, *O. spinulosa* und *O. villosa*.



Teil einer Abwitterungshalde im Taubertal zur Blütezeit des Berg-Gamanders (*Teucrium montanum*). Lebensraum der Mauerbiene *Osmia andreoides*, der Blattschneiderbiene *Megachile pilidens*, der Kegelbiene *Coelioxys afra* und anderen ausgesprochen wärmeliebenden Hautflüglern, z.B. der Honigwespe *Celonites abbreviatus*.

senkrecht aufragende, nach Südosten bis Südwesten exponierte Wand, die an ihrem Fuß von der Nahe begleitet wird. Die Kräfte der Verwitterung haben im Felsmassiv ein prachtvolles Relief geschaffen mit wilden Schluchten, Kaminen und Kesseln, Zacken und Felsnadeln. Der Rhyolith des Rotenfels ist sehr stark zerklüftet und zerfällt bei der Verwitterung in kleine, scharfkantige Stücke, die sich in den Winkeln und am Wandfuß als Schutt anhäufen. Die fortschreitende Verwitterung läßt daraus ein sandig-grusiges Material entstehen. Ausgedehnte Blockhalden finden sich vor allem im Westteil des Gebietes. Der Gipfel des Rotenfels erreicht 327 m üNN. Das Klima ist sehr wintermild, sommerwarm und außerordentlich trocken. Die Xerothermvegetation ist hervorragend ausgeprägt und enthält zahlreiche bemerkenswerte Pflanzenarten. Die Felsen und Blockhalden tragen Steppen- und Trockenrasen, verschiedene Felsgrus- und Hochstaudengesellschaften sowie wärmeliebende Gebüsch. In letzteren ist u.a. der Felsen-Ahorn (*Acer monspessulanum*) vertreten. Auf der Hochfläche schließt sich ein

Trockenwald an, der vorwiegend aus Eichen aufgebaut ist und zahlreiche abgestorbene Bäume enthält. Bewirtschaftete wie brachgefallene Weinberge umgeben das Gebiet. Die von SCHMIDT & WESTRICH (1985) bearbeitete Stechimmen-Fauna enthält 165 Bienenarten, was den außerordentlichen Artenreichtum dieses Gebietes belegt. Bodennistende Arten sind zahlreich vertreten. Hervorzuheben ist besonders der hohe Anteil xerothermophiler Arten.

Felsen aus Sandsteinen (z.B. Molassefelsen am Bodensee) dienen vor allem der Seidenbiene *Colletes daviesanus* und der Pelzbiene *Anthophora acervorum* zur Nestanlage.

Felshänge und Abwitterungshalden sind vor allem durch Gesteinsabbau bedroht oder bereits stark dezimiert, wie z.B. der Isteiner Klotz (vgl. KIRNER 1979) oder wertvollste Gebiete im Taubertal (Höhberg bei Tauberbischofsheim) (s. auch Kap. 2.21). Ein Flächenschutz ist daher für alle waldfreien Felsstandorte und Schutthalden notwendig, weil einige der hier lebenden Bienenarten kaum auf andere Lebensräume ausweichen können.

2.14 Binnendünen und Flugsandfelder

Die in verschiedenen Gebieten Deutschlands vorkommenden Flugsande sind äolische (durch Wind verursachte) Bildungen. In der Oberrheinebene entstanden sie während der eisfreien Kaltzeiten des Pleistozäns (Diluvium) vor mehr als 10000 Jahren. Gegen Ende der Würmeiszeit, im ausklingenden Pleistozän, hatte der Rhein ein ausgedehntes Flußbett mit riesigen Sand- und Schotterbänken geschaffen. Der Wildfluß schnitt sich nun in seine eigenen Ablagerungen ein und schuf so die heutige Niederterrasse (Hochgestade). In der damals wahrscheinlich vegetationslosen Oberrheinischen Tiefebene konnten Stürme großflächige Sandbewegungen hervorrufen. Diese Sandmassen wurden zum größten Teil aus den kalkhaltigen Terrassenschottern des Rheins und des Neckars ausgeblasen und zumeist am Fuß der Randgebirge abgelagert. Die Flugsande, die einen hohen Fein- und Mittelsandanteil haben, häuften sich als Dünen an oder breiteten sich als flache Flugsanddecken aus. Weil diese Dünen im Binnenland liegen, werden sie Binnendünen genannt. Die meisten heute noch existierenden Binnendünen wurden aber wahrscheinlich erst im Mittelalter aufgeweht, als der Mensch die bereits festgelegten Sande durch Entwaldung und Schafweide wieder dem Wind aussetzte. Binnendünen waren früher ohnehin extensiv genutztes Kulturland (Weide, Ackerbau) und wurden deswegen offen gehalten.

In der Oberrheinebene erstreckt sich ein fast zusammenhängendes Flugsandvorkommen von Rastatt nach Norden bis zum Rheinknie bei Mainz (»Mainzer Sand«). Dieses »Oberrheinische Flugsandgebiet« ist ein etwa 140 km langer und meist 3–5 km breiter Streifen auf der Hochterrasse des Rheins. Die Sande sind hier kalkreicher, während die Flugsande im Norden Mitteleuropas kalkarm sind. Bei Sandhausen (Baden-Württemberg) und im Raum Eberstadt-Pfungstadt (Hessen) ist der Flugsand zu besonders eindrucksvollen Dünen aufgehäuft. Noch in Bewegung befindliche Flugsanddünen gibt es heute im deutschen Binnenland nicht mehr. Die Flugsande sind heutzutage alle »festgelegt«. Weitere Flugsandvorkommen gibt es im Fränkischen Raum (z. B. Kahler Sande), im norddeutschen Flachland sowie an östlichen bzw. nordöstlichen Rändern von pleistozänen Stromtälern (z. B. Ems, Weser, Aller, Oder, Elbe und Weichsel).

Hohe Sommertemperaturen, Nährstoff- und Niederschlagsarmut sowie Durchlässigkeit der

kalkhaltigen Flugsande des süddeutschen Raums bedingen eine durch ihren Reichtum an xerothermophilen Pflanzen- und Tierarten weithin gerühmte Steppenvegetation (Sand-Trockenrasen). Kalkhaltige Flugsande werden von einer sehr langlebigen, moos- und flechtenreichen Pioniervegetation besiedelt, für die eine Grasart, das Blauschillergas (*Koeleria glauca*) kennzeichnend ist (vgl. PHILIPPI 1971). Hier wachsen Pflanzenarten, die hervorragende Nahrungsquellen für Wildbienen sind: Sand-Strohblume (*Helichrysum arenarium*), Rispen-Flockenblume (*Centaurea paniculata*), Gewöhnliches Ferkelkraut (*Hypochoeris radicata*), Kleines Habichtskraut (*Hieracium pilosella*), Silberscharte (*Jurinea cyanooides*), Berg-Sandrapunzel (*Jasione montana*), Berg-Steinkraut (*Alyssum montanum gmelinii*), Sand-Thymian (*Thymus serpyllum*), Sand-Fingerkraut (*Potentilla arenaria*), Wohlriechende Skabiose (*Scabiosa canescens*), Gewöhnliches Sonnenröschen (*Helianthemum nummularium*), Zwerg-Sonnenröschen (*Fumana procumbens*), Aufrechter Ziest (*Stachys recta*), Feld-Mannstreu (*Eryngium campestre*), Felsen-Fett henne (*Sedum reflexum*), Scharfer Mauerpfeffer (*Sedum acre*), Kugel-Lauch (*Allium sphaerocephalon*) und Gelber Zahntrost (*Odontites lutea*). Am Mainzer Sand kommen noch Haar- und Grauscheidiges Federgras (*Stipa capillata*, *S. joannis*) und als große Seltenheit die Sand-Lotwurz (*Onosma arenarium*) hinzu (KORNECK 1974). Eingestreut sind der aus Spargelfeldern der Umgebung verwilderte Spargel (*Asparagus officinalis*) und der Natterkopf (*Echium vulgare*). Auf kalkarmen Flugsanden, die überwiegend in Norddeutschland, teils auch in Süddeutschland verbreitet sind (vgl. PHILIPPI 1973), finden wir eine etwas anders zusammengesetzte Pioniervegetation. Neben dem charakteristischen Silbergras (*Corynephorus canescens*) wachsen hier Berg-Sandrapunzel (*Jasione montana*), Silber-Fingerkraut (*Potentilla argentea*), Vogelfuß-Klee (*Ornithopus perpusillus*), Hasenklée (*Trifolium arvense*), Kleines Habichtskraut (*Hieracium pilosella*) und Gewöhnliches Ferkelkraut (*Hypochoeris radicata*).

Mit der Bienenfauna der Oberrheinischen Flugsande haben sich mehrere Autoren befaßt. HELDMANN (1935) behandelt einige Hautflügler der hessischen Sandgebiete. BRECHTEL (1986) hat eine durch einen Kahlhieb freigelegte Flugsanddüne in der Südpfalz untersucht (s. auch Kap. 2.4 u. 2.5). SCHMIDT & WESTRICH (1987) melden 115 Bienenarten vom Mainzer Sand und dem benachbarten Gonsenheimer Wald (Rheinhausen). Über die Bienenfauna bayrischer Flugsandgebiete berichten



Die »Pferdetriebsdüne« bei Sandhausen, eine Binnendüne in der nördlichen Oberrheinebene.

STOECKHERT (1933), HEINRICH (1942) sowie BISCHOFF & STADLER (1954). In den Museen befinden sich reichhaltige Aufsammlungen aus den verschiedenen Flugsandgebieten.

Der größte Teil der Flugsandarten nistet in den lockeren, mehr oder weniger festgelegten Sanden und ist auf offene (unbewaldete) Dünen oder Flugsandfelder angewiesen. Ein Teil dieser Arten gehört zu den Gänzsiedlern (z. B. *Nomioides minutissimus*, *Anthophora bimaculata*). Andere suchen hier nur Nahrung (z. B. *Anthidium lituratum*) oder haben hier lediglich ihren Nistplatz (*Colletes cunicularius*). Einige Flugsandarten haben in Deutschland nur inselartige Vorkommen. So beherbergen die Sandhausener Dünen südlich von Heidelberg die winzige Steppenbiene *Nomioides minutissimus*, für die die Sandhausener Dünen einen der wenigen bekannten Fundorte in der Bundesrepublik Deutschland darstellen. Diese Art kann als postglaziales Relikt der frühen Wärmezeit vor rund 8000 bis 5000 Jahren angesehen werden, als es bei uns eine ausgedehnte Steppenvegetation gab. Aufgrund ihrer Wärmeliebe konnte die Steppenbiene nur noch in den sommerwarmen Flugsandgebieten bis heute überdauern. Ihre Hauptpollenquelle ist hier der Sand-Thymian (*Thymus serpyllum*), ihre Nester legt sie im lockeren Sand an. Bekannt wurde sie auch aus hessischen und bayrischen Flugsandgebieten. Aus ersteren liegen keine neueren Nachweise vor. Weitere charakte-

ristische Dünenarten sind die Blattschneiderbiene *Megachile leachella* mit ihrem Futterschmarotzer, der Kegelbiene *Coelioxys afra*, die Furchenbiene *Lasioglossum prasinum*, die Seidenbiene *Colletes marginatus* mit der Filzbiene *Epeolus cruciger* sowie die Sandbiene *Andrena argentata*.

Als weitere Sandbewohner, die ebenfalls ihre Nester im Flugsand, aber auch in anderen lockeren Sanden anlegen, sind zu nennen: die Furchenbienen *Halictus confusus*, *H. leucaeneus*, *Lasioglossum aeratum* und *L. tarsatum*, die Pelzbiene *Anthophora bimaculata* mit der Sandgängerbiene *Ammobates punctatus* sowie die Blattschneiderbiene *Megachile maritima* mit der Kegelbiene *Coelioxys conoidea*. Auf bestimmte Nahrungsquellen sind diese Arten nicht spezialisiert. Auf den Dünen wächst aber auch verwilderter Spargel, von dem die ebenfalls im Sand nistende Sandbiene *Andrena chrysopus* zur Brutversorgung abhängig ist. Für diese und einige andere Arten können Binnendünen als Gesamtlebensraum fungieren. Die Wollbiene *Anthidium lituratum* ist nur Nahrungsgast auf der Rispen-Flockenblume, nistet in hohlen Pflanzenstengeln in benachbarten Ruderalfluren oder Gebüsch. Die Seidenbiene *Colletes cunicularius* hingegen nistet im Dünensand, fliegt aber zu nahegelegenen Weidenbeständen an Gewässern oder Waldrändern, um dort Pollen zu sammeln. So besteht eine enge Vernetzung der Dünen mit umgebenden Lebensräumen. Dies gilt



Ausgedehnte Flugsandflächen auf der Binnendüne »Pflege Schönau« bei Sandhausen. Lebensraum der Steppenbiene *Nomioides minutissimus*.

vor allem für die Bienenarten, die in den Dünen nur ihre Nistplätze haben. Für sie ist ein blütenreiches Umfeld, z.B. in Form von Ruderalfluren, Weidengebüschchen oder Wiesen unverzichtbar. Dies gilt gleichermaßen auch für Flugsandfelder.

Norddeutsche Binnendünen waren bereits Anfang dieses Jahrhunderts Ziel bienenkundlicher Exkursionen. So hat sich bereits HOEPPNER (1901d) intensiv mit der Dünenfauna im Bremer Umland befaßt. Später kamen die Arbeiten von ALFKEN (1913, 1939) hinzu. ENGEL (1938) hat die weiter östlich gelegene Binnendüne bei Bellinchen (Oder) untersucht. In jüngster Zeit hat RIEMANN (1987a) u.a. auch die Bienenfauna einiger Binnendünenareale in der näheren und weiteren Umgebung von Bremen erfaßt und insgesamt 96 Arten festgestellt. Unter diesen waren charakteristisch bzw. bemerkenswert: die Seidenbienen *Colletes cunicularius*, *C. fodiens* und *C. succinctus*, die Zottelbienen *Panurgus banksianus* und *P. calcaratus*, die Blutbiene *Sphecodes pellucidus*, die Sandbienen *Andrena angustior*, *A. apicata*, *A. barbilabris*, *A. fuscipes* und *A. nigriceps*, die Furchenbienen *Lasioglossum fratellum*, *L. quadrinotatum*, *L. rufitarse* und *L. sexstrigatum*, die Hosenbiene *Dasypoda hirtipes*, die Filzbienen *Epeolus cruciger* und *E. variegatus*, die Wespenbienen *Nomada obscura* und *N. similis* sowie die Hummel *Bombus veteranus*.

Binnendünen und Flugsandfelder gibt es in der

Bundesrepublik nur noch sehr lokal. Die wenigen Reste gehören zu den am meisten gefährdeten Biotoptypen (HEYDEMANN 1980). Vor allem Aufforstungen (meist Kiefer oder Ahorn) seit dem 17. Jahrhundert haben den großflächigen Verlust offener Flugsandgebiete verursacht. Sandabgrabungen, die Ausdehnung von Ortschaften und der Spargelanbau, der um 1860 eingeführt und nach 1900 intensiviert wurde, trugen ebenfalls zum Rückgang bei. Wo KORNECK (1974) noch vor wenigen Jahren Sand-Trockenrasen beschrieb, finden sich heute Spargeläcker (BRECHTEL 1987b). Noch in jüngster Zeit (1986) wurden ausgedehnte, noch offene und floristisch wie faunistisch hochinteressante Flugsandfelder südlich von Rastatt vom französischen Militär in weiten Bereichen verschottet und damit unwiederbringlich zerstört. Binnendünen blieben von diesen Eingriffen nicht verschont, z.B. die Dünen bei Sandhausen, Brühl-Rohrdorf, Feudenheim, Oftersheim, Griesheim und Eberstadt, so daß nur noch kleine Restareale übrig sind. Daher haben Binnendünen, auch kleinste Restflächen, höchste Schutzpriorität. Selbst wenn einige Dünen inzwischen unter Schutz stehen, sind sie doch eigentlich viel zu kleinräumig und meist von Wohnsiedlungen und landwirtschaftlichen Nutzflächen umgeben oder von Straßen durchschnitten und dadurch erheblich beeinträchtigt. Obendrein werden die Dünen und Flugsandfelder wegen mangelnder

Überwachung als Grill- und Spielplatz, zur Ablagerung von Gartenabfällen sowie als »Hundetoilette« mißbraucht.

Selbst der Fortbestand des international bedeutsamen NSG »Mainzer Sand« erscheint angesichts wachsender Beeinträchtigungen kaum gesichert (vgl. KORNECK & PRETSCHER 1984, SCHMIDT & WESTRICH 1987). RIEMANN (1987a) meldet für norddeutsche Binnendünen zusätzliche Beeinträchtigungen wie Reitsport und Moto-Cross. Teile eines von ihm untersuchten, unter Naturschutz stehenden Dünenzuges wurden sogar in Ackerflächen umgewandelt. Häufiges Betreten sandiger Nistplätze während der Brutzeit verändert deren Mikrorelief derart, daß die im Sandboden nistenden Bienen ihre Nester nicht mehr wiederfinden und daher Brutverluste unvermeidlich sind (vgl. OLBERG 1959). Zumindest vorübergehende Einzäunungen sind in den stark durch Betritt gestörten Dünenbereichen unverzichtbar, damit sich die Restbestände der Dünenvegetation regenerieren und die Populationen der Dünenbienen erholen können (vgl. PHILIPPI 1971).

Auch außerhalb der eigentlichen Binnendünenbereiche sind alle noch offenen Flugsandflächen in hohem Maße schutzwürdig, weil die Dünen allein für die Erhaltung der auf Flugsand angewiesenen Bienenarten langfristig nicht ausreichen. Ohnehin sollten sich aus Gründen des Artenschutzes alle Arten von offenen Sandflächen, gleich wo und auf welche Art und Weise sie entstehen, ungestört entwickeln können.

Isoliert liegende Dünen sind durch Neuschaffung von »Trittsteinen« oder »Korridoren« (Verbundsystem) miteinander zu vernetzen. Dieses Netz punktueller oder linearer Kleinflächen, die auch als kurzfristige Refugialzonen dienen können, muß möglichst engmaschig sein (BRECHTEL 1987b). Blütenreiche Bereiche, z. B. Ruderalflächen am Rande oder im Umfeld von Dünen, Wegränder, Feldhecken, Waldlichtungen oder Kahlschläge sind als Teillebensräume (Nahrungsräume) der Flugsand-Bienen in Pflege- und Schutzkonzepte miteinzubeziehen.

Größere und nährstoffarme Dünen brauchen oft über lange Zeit hinweg keine Pflege. Die heute festgelegten und stark beeinträchtigten Flugsandgebiete kommen aber ohne sachgerechte Pflege nicht aus. Der Pflegeschwerpunkt muß sich auf die Erhaltung der Steppen- und Sandrasen konzentrieren. Baumanflug (meist Kiefer), fremde Gehölzarten (Robinien, Flieder, Schwarzpappel, Schneebeere, Späte Traubenkirsche) ebenso wie das Landreitgras (*Calamagrostis epigejos*) sollten zurückgedrängt

werden. Kaninchen sind stärker zu bejagen, da sie die Vegetation durch Fraß, Überdüngung und durch Unterminieren der Standorte schädigen. Allerdings fördern Kaninchen in gewisser Weise auch Pionierstandorte.

Ein dringender Appell sei an die Forstverwaltung gerichtet: Teilflächen von aufgeforsteten Dünen oder Flugsandfeldern sollten ausgestockt werden, um dem völligen Aussterben der letzten Bestände der Flugsandbewohner entgegenzuwirken. Nach dem Aushieb ist allerdings die Streudecke abzuschieben, damit wieder offene Sandflächen für die Wiederbesiedlung zur Verfügung stehen. Um ein Netz von Freiflächen für die wärme- und trockenheitsliebende Sandfauna zu erhalten, ist auch ein Verzicht auf »lückenlose« Aufforstung erforderlich. Ebenso könnte die Ausweisung von locker mit alten Kiefern und Eichengebüsch bestandenen »Bannflächen«, die aus der forstlichen Nutzung herauszunehmen wären, zur Erhaltung der bodenständigen Flora und Fauna beitragen. Auch kleinste, noch nicht rekultivierte und daher offene Sandgruben in den Flugsandgebieten müssen für Naturschutzzwecke gesichert und dürfen nicht rekultiviert werden. Bei der Renaturierung von Sandgruben ist durch Offenhalten der Sandflächen die typische Sandfauna zu fördern.

2.15 Küstendünen

Küstendünen finden sich in Deutschland naturgemäß nur an der Nord- und Ostsee. Sie verdanken ihre Entstehung dem Wechselspiel von Wasser, Wind und Vegetation und bilden je nach Alter verschiedene Stadien. Im Bereich der Spülsäume des Meeres entstehen zunächst Vordünen (Primärdünen), die durch stetige Sandzufuhr und Aufwehungen besonders extreme Bedingungen aufweisen. Die Strandquecke (*Agropyron junceum*) sammelt den Sand im eigenen Windschatten und bewirkt allmählich bis zu 1–1,5 m hohe Dünenbildungen. Wenn die Strandquecke durch Aufwehung zu stark vom Grundwasser getrennt wird, folgt die Bildung der bis über 20 m hohen Weißdünen (Sekundärdünen), in denen der Strandhafer (*Ammophila arenaria*) dominiert und an auffällig blühenden Pflanzen Stranddistel (*Eryngium maritimum*) und Strand-Platterbse (*Lathyrus maritimus*) auftreten, die allerdings schwerpunktmäßig mehr in älteren Weißdünen zu finden sind. Allmählich reichern sich graue Humusstoffe an und die Dünen werden zu Graudünen (Tertiärdünen). Mit der Abnahme der Übersan-

dung und der zunehmenden Festlegung der Düne tritt als Pionierpflanze das Silbergras (*Corynephorus canescens*) auf. Sandmagerrasen entstehen, in denen sich einige für Wildbienen dieses Lebensraumes wichtige Nahrungsquellen befinden: Berg-Sandrapunzel (*Jasione montana*), Gewöhnlicher Hornklee (*Lotus corniculatus*), Scharfer Mauerpfeffer (*Sedum acre*), Kleines Habichtskraut (*Hieracium pilosella*), Doldiges Habichtskraut (*Hieracium umbellatum*), an Sträuchern Kriech-Weide (*Salix repens*), Kratzbeere (*Rubus caesius*) und Bibernell-Rose (*Rosa pimpinellifolia*). Endstadien sind die Braunen Dünen, auf denen Zwergstrauchheiden stehen mit Krähenbeere (*Empetrum nigrum*) und Heidekraut (*Calluna vulgaris*). Küstendünen weisen demnach durch ihr ausgeprägtes Mosaik eine große Mannigfaltigkeit auf.

Die Stechimmenfauna der Nord- und Ostfriesischen Inseln hat HAESELER (1976, 1978b, 1978c, 1982a, 1982d, 1985c) intensiv studiert. In norddeutschen Küstendünen, die in großflächiger Ausdehnung besonders auf den Ostfriesischen Inseln und den nordfriesischen Inseln Amrum und Sylt vertreten sind, leben einige an diesen Lebensraum hochgradig angepasste Bienenarten: die im Boden nistenden Arten finden besonders in den Silbergrasfluren der ausgedehnten Tertiärdünen günstige Nistbedingungen. Als Charakterarten der Küstendünen können folgende Arten gelten: Die Mauerbiene *Osmia maritima* legt ihre Nester bevorzugt in alten Abbruchkanten der Grauen Dünen an. Die Seidenbiene *Colletes impunctatus* und ihr Futterparasit, die Filzbiene *Epeolus alpinus*, sind innerhalb der Bundesrepublik Deutschland nur aus dem Küstenbereich bekannt. Die Seidenbiene *Colletes halophilus* besiedelt nur den Stranddünenbereich, wo sie an offenen Sandstellen nistet. Auch länger anhaltende Hochwasser scheinen ohne schädlichen Einfluß auf die Nester dieser Art zu sein. Weitere Bienenarten, die einen Siedlungsschwerpunkt in Küstendünen haben, sind die Seidenbiene *Colletes marginatus*, die Furchenbienen *Lasioglossum prasinum* und *L. tarsatum*, die Blattschneiderbiene *Megachile maritima*, die Kegelbiene *Coelioxys conoidea* und die Hummel *Bombus veteranus*.

Zur Veränderung der Dünen führen u.a. Maßnahmen des Küstenschutzes z.B. durch Festlegung offener Dünenflächen durch Einbringen von Strandanwurf und Heu, in früherer Zeit auch durch Aufforstung. Auch der Tourismus hat durch Verbauung zur Zerstörung von Dünen geführt.

2.16 Äcker und Feldkulturen

2.16.1 Äcker

Als Äcker bezeichnet man die in regelmäßigen Abständen durch Bodenbearbeitung veränderten landwirtschaftlichen Nutzflächen, auf denen Getreide, Ölfrüchte, Hackfrüchte oder Grünfutter angebaut werden.

Wildlebende Pflanzen, die spontan auf Äckern erscheinen, nennen wir Ackerwildkräuter. Seit den Anfängen des Ackerbaus vor rund 5000 Jahren treten sie als Begleiter der vom Menschen angebauten Nutzpflanzen auf. Einige von ihnen dienten sogar dem Menschen zur Ernährung. Im Laufe der Zeit wurden sie aber immer mehr als sogenannte »Unkräuter« mißachtet, als schädlich angesehen und mechanisch bekämpft. Dennoch blieben sie bis in die Mitte dieses Jahrhunderts weitgehend erhalten, bis die Intensivierung der Landwirtschaft mit ihren chemischen und technischen Möglichkeiten sie zunehmend verdrängte. Mit ihrem Verschwinden ging die Lebensgrundlage vieler Tiere, insbesondere auch der Wildbienen verloren.

Die Verbreitung der Ackerwildkräuter ist in erster Linie von den Standortverhältnissen abhängig. So sind viele an Kalkböden gebunden, andere an saure, nährstoffarme Sandböden, wieder andere treten nur auf sandigen Lehmböden auf. Im Wintergetreide (Roggen, Wintergerste, Winterweizen) wachsen andere Arten als im Sommergetreide (Hafer, Sommergerste, Sommerweizen) oder in Hackfruchtäckern (Kartoffeln, Rüben). Das Buch »Lebensraum Acker« von HOFMEISTER & GARVE (1986) behandelt die Ackervegetation umfassend und verständlich. Die wenigen echt heimischen Ackerwildkräuter wuchsen ursprünglich an nährstoffreichen Stellen außerhalb des Waldes, z.B. an Flußufern oder Uferanrissen, auf Rutschungen, in der Umgebung von Tierbauten oder an Wildlagerplätzen. Die meisten Ackerwildkräuter sind jedoch erst mit dem Ackerbau eingewandert. Wie die Wildformen des Getreides stammen sie aus den Steppen und Halbwüsten Vorderasiens oder waren ursprünglich im Mittelmeergebiet beheimatet. Auch viele Wildbienenarten sind in Steppengebieten entstanden oder sind nach der letzten Eiszeit aus dem mediterranen Raum nach Mitteleuropa eingewandert. Ihre enge Beziehung und Abhängigkeit zu den Blütenpflanzen und Niststätten der offenen Landschaften stand nicht im Widerspruch zu der Landnutzung in der kleinbäuerlichen Kulturlandschaft vergangener Jahrhunderte. Im Gegenteil, gerade



Reiche Bestände von Klatsch-Mohn (*Papaver rhoeas*) und Acker-Rittersporn (*Consolida regalis*) in einer noch extensiv genutzten Feldflur des Mittleren Albvorlands.

von regelmäßigen, aber meist nur kleinflächigen Störungen und Veränderungen in zeitlich großen Abständen haben Wildbienen des Offenlandes profitiert. Dadurch gab es immer wieder offene Bodenstellen oder Abbruchkanten zur Nestanlage. So muß die kleinbäuerliche, extensiv genutzte Kulturlandschaft ungemein reich an Wildbienen gewesen sein. Zahlreiche Aufsammlungen früherer Jahrzehnte (heute in Museen aufbewahrt), sowie Tagebücher und Schriften längst verstorbener Wildbienenforscher belegen, daß die reich strukturierte, blütenreiche Feldflur vergangener Tage unzähligen Bienenarten Nistplatz und Nahrung bot. Dagegen sind die heutigen ackerbaulich genutzten Gebiete nahezu wildbienenleer und die Zusammensetzung der Wildbienenfauna und ihre Beziehungen zu Boden und Pflanzenwelt der Feldflur lassen sich, wenn überhaupt, nur noch in wenigen Gebieten Mitteleuropas studieren.

Die vielfältige Ackerbegleitflora – allein in der Bundesrepublik wurden rund 270 Arten, in Baden-Württemberg 220 Arten festgestellt – dient(e) für nektar- und pollenabhängige Blütenbesucher als Nahrungsraum. Fast alle Arten sind Blütengäste, die von ihren Nistplätzen in der Umgebung in die Äcker zum Nahrungserwerb einfliegen. Nur wenige

Arten können auch in (extensiv bewirtschafteten) Äckern nisten. Solche Arten, die wichtige Bestäuber für Raps, Rübsen, Hülsenfrüchte, Kleesaat, Erdbeeren, Beerensträucher oder Obstbäume sind, benötigen außerhalb der Blütezeit der Nutzpflanzen ein Nahrungsangebot zu ihrer Existenz, das nur durch die Blüten von Wildkräutern gedeckt werden kann. Die Vielfalt der Ackerwildkräuter und ihre Bedeutung für Wildbienen kommt vor allem dadurch zum Ausdruck, daß wir unter ihnen Vertreter der verschiedensten Pflanzenfamilien finden. Vor allem die nachfolgend ausgewählten Arten ermöglich(t)en nicht nur hinsichtlich der Pollennahrung anspruchslosen, sondern auch spezialisierten Wildbienenarten ein Vorkommen in der Feldflur: Hahnenfußgewächse (Ranunculaceae): Acker-Hahnenfuß (*Ranunculus arvensis*) – Mohngewächse (Papaveraceae): Klatsch-Mohn (*Papaver rhoeas*), Sand-Mohn (*Papaver argemone*), Saat-Mohn (*Papaver dubium*) – Kreuzblütler (Brassicaceae): Weg-Rauke (*Sisymbrium officinale*), Acker-Schöterich (*Erysimum cheiranthoides*), Acker-Senf (*Sinapis arvensis*), Hederich (*Raphanus raphanistrum*), Ackerkohl (*Conringia orientalis*), Acker-Hellerkraut (*Thlaspi arvense*) – Malvengewächse (Malvaceae): Weg-Malve (*Malva neglecta*), Rauher Eibisch (*Al-*



In einer solch strukturarmen und blütenbesucherfeindlichen Feldflur wie hier im Tauberland wird man Wildbienen vergeblich suchen.

thaea hirsuta) – Schmetterlingsblütler (Fabaceae): Ranken-Platterbse (*Lathyrus aphaca*), Knollen-Platterbse (*Lathyrus tuberosus*), Zottel-Wicke (*Vicia villosa*), Hasen-Klee (*Trifolium arvense*) – Doldenblütler (Apiaceae): Strahlen-Breitsame (*Oxylaps grandiflora*), Feld-Klettenkerbel (*Torilis arvensis*), Rundblättriges Hasenohr (*Bupleurum rotundifolium*), Gemeine Sichelwöhre (*Falcaria vulgaris*), Hundspetersilie (*Aethusa cynapium*), Haftdolde (*Caucalis platycarpos*) – Windengewächse (Convolvulaceae): Acker-Winde (*Convolvulus arvensis*) – Lippenblütler (Lamiaceae): Gelber Günsel (*Ajuga chamaepitys*), Acker-Ziest (*Stachys arvensis*), Einjähriger Ziest (*Stachys annua*), Stechender Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*), Acker-Hohlzahn (*Galeopsis ladanum*), Purpurrote Taubnessel (*Lamium purpureum*) – Glockenblumengewächse (Campanulaceae): Acker-Glockenblume (*Campanula rapunculoides*) – Korbblütler (Asteraceae): Kornblume (*Centaurea cyanus*), Echte Kamille (*Matricaria chamomilla*), Geruchlose Kamille (*Tripleurospermum inodorum*), Acker-Hundskamille (*Anthemis arvensis*), Saat-Wucherblume (*Chrysanthemum segetum*), Lämmersalat (*Arnoseris minima*), Kahles Ferkelkraut (*Hypochaeris glabra*), Rauhe Gänsedistel (*Sonchus asper*), Acker-Gänsedistel (*Sonchus*

arvensis) – Liliengewächse (Liliaceae): Runder Lauch (*Allium rotundum*).

Stellvertretend für die große Besucherzahl seien nur wenige Arten herausgegriffen: die Mauerbiene *Osmia tridentata* besucht mit Vorliebe die Knollen-Platterbse, die Sandbiene *Andrena agillissima* den Acker-Senf, die Spiralhornbiene *Systropha planidens* die Acker-Winde, die Seidenbiene *Colletes daviesanus* die Geruchlose Kamille, die Sägehornbiene *Melitta haemorrhoidalis* die Acker-Glockenblume.

Die Ackerbegleitflora hat sich zwar bereits schon vor 1950, in den vergangenen 20–30 Jahren aber besonders deutlich verändert: Sie ist extrem artenarm geworden. Viele Arten sind der Saatgutreinigung zum Opfer gefallen wie die Kornrade (*Agrostemma githago*). Andere Arten sind verschwunden, weil die heutige Wirtschaftsweise das regelmäßige ein- oder mehrjährige Liegenlassen der Felder in unbearbeitetem Zustand, die sogenannte Brache, nicht mehr zuläßt. Intensive Bodenbearbeitung, z. B. der Umbruch der Stoppelfelder bald nach der Getreideernte, das tiefere Pflügen mit schweren Traktoren sowie die Aufgabe des Leinanbaus und anderer Sonderkulturen ließen weitere Arten verschwinden (MEISEL 1985). Hauptverantwortlich für den Rückgang ist aber der Einsatz der Herbizide

(»Unkraut«-Bekämpfungsmittel) und die intensive mineralische Düngung (hohe Stickstoffgaben).

Den Ursachen des Rückgangs entsprechend muß die Erhaltung der heimischen Ackerwildkräuter im wesentlichen auf die Einschränkung des Herbizideinsatzes abzielen. Ein zuerst in Nordrhein-Westfalen aufgrund eines Modellversuchs von SCHUMACHER (1980, 1984) entwickeltes Ackerrandstreifenprojekt bietet praktische Möglichkeiten zur Erhaltung der Ackerwildkräuter. Auf 2–3 m breiten Schutzstreifen am Rande der Äcker werden keine Herbizide und – vor allem auf Sandäckern – kein Mineraldünger ausgebracht. Für eine mögliche Ertragsminderung erhalten die Landwirte eine angemessene finanzielle Entschädigung. Vergleichbare Schutzprogramme wurden zwar inzwischen auch in anderen Bundesländern entwickelt, sie bedürfen aber noch in weiten Teilen der Umsetzung. Als weitere Erhaltungsmaßnahmen werden empfohlen: die Anlage von extensiv bewirtschafteten Äckern in Freilichtmuseen oder die Einrichtung von Feldflorareservaten; die Verpachtung landeseigener oder gemeindeeigener Grundstücke mit der Auflage, die Randstreifen herbizidfrei zu halten bei entsprechend herabgesetztem Pachtzins. Die Erhaltung der Ackerwildkräuter setzt ein Umdenken hinsichtlich der Methoden des Naturschutzes voraus: Artenschutz, bisher vorwiegend mit Hilfe von Naturschutzgebieten praktiziert, muß vermehrt auch die landwirtschaftlich genutzten Flächen außerhalb der Schutzgebiete berücksichtigen. Neben vielen anderen Tierarten sind auch eine ganze Reihe von Wildbienenarten lediglich durch konservierenden Flächenschutz auf Dauer eben nicht zu erhalten.

Die heutigen Feldfluren sind nicht nur durch eine extreme Verarmung an blühenden Kräutern gekennzeichnet, sondern auch durch einen großen Mangel an Nistmöglichkeiten. Von der Zerstörung der Brutplätze sind in erster Linie die im Erdboden nistenden Arten betroffen. Nur sehr wenige Arten halten der heutigen intensiven Bodenbearbeitung stand und können in Äckern erfolgreich nisten. (So fand ich am Rande eines sandigen Rapsfeldes eine große Ansammlung von Nestern der Sandbiene *Andrena vaga*, in einem anderen Fall solche der Seidenbiene *Colletes cunicularius* in einem extensiv genutzten Getreidefeld.) Daher bleiben nur unbefestigte, wenig befahrene Wege, Abbruchkanten, Raine oder sonstige ungenutzte Flächen (z.B. Brachen) zur Nestanlage. Der ehemals offene Boden der Fahrwege wird zunehmend durch Verschotterung oder Asphaltierung verschlossen, wodurch bodennistende Wildbienen gebietsweise gravierende Rückgänge erleiden oder bereits erlitten haben.

2.16.2 Feldkulturen

Feldkulturen können während der Blütezeit zu einer Erweiterung des Nahrungsangebots von Wildbienen führen.

Rapsfelder

Die Zahl der Blütenbesucher bei der schon im Mai beginnenden Winterrapsblüte ist groß. Kreuzblütler, zu denen der Raps (*Brassica napus*) gehört, werden nicht nur von der Honigbiene, sondern auch von den verschiedensten Wildbienenarten als Nektar- und Pollenquelle ausgesprochen gerne aufgesucht. Vom Imker wird die Rapsblüte ja daher auch ausgiebig genutzt. Für Kreuzblütler-Spezialisten (z.B. die Sandbienen *Andrena agillissima* und *A. distinguenda* und die Mauerbiene *Osmia brevicornis*) reicht die Rapsblüte allein allerdings aufgrund ihrer begrenzten Blütezeit nur zur Versorgung weniger Nachkommen aus. In der Nachbarschaft wildwachsende Kreuzblütler wie Acker-Senf (*Sinapis arvensis*), Hederich (*Raphanus raphanistrum*) oder Barbarakraut (*Barbarea vulgaris*) sind daher zur Erhaltung individuenreicher Bestände zusätzlich nötig.

Futterleguminosensfelder

Felder mit mehrjährigen Futterleguminosen (Klee, Luzerne) führen ebenso wie Rapsfelder für viele Bienenarten zu einer Erweiterung ihres Nahrungsangebots. Leguminosenkulturen mit Rotklee (*Trifolium pratense*), Weißklee (*Trifolium repens*), Schwedenklee (*Trifolium hybridum*) oder einjährigen Körnerleguminosen wie Erbse (*Pisum sativum*), Ackerbohne (*Vicia faba*), Saatwicke (*Vicia sativa*) und Süßblume (*Lupinus albus*) werden stark von Hummeln (*Bombus*) befliegen, aber auch Arten der Sandbienen (*Andrena*), Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*), Mauerbienen (*Osmia*) und Blattschneiderbienen (*Megachile*) sind als Besucher zu beobachten. Auf Rotkleeefeldern in der Umgebung von Lublin in Polen wurden allein 72 Arten blütenbesuchender Wildbienen festgestellt, darunter 18 Hummel-Arten, 14 Sandbienen-Arten sowie 26 Furchenbienen-Arten. Für die Samenproduktion spielen in dieser Gegend 5 Hummelarten die entscheidende Rolle (ANASIEWICZ 1976). Die Ergebnisse aus Polen lassen sich aber nicht ohne weiteres auf Süddeutschland übertragen, weil hier durch Maßnahmen der Flurbereinigung die Nistplätze in der Umgebung der Felder größtenteils vernichtet sind, so daß das Artenspektrum wesentlich kleiner ist. Bei den Luzernefeldern (*Medicago sativa*) ist das Besucherspektrum noch wesentlich weiter als beim Rotklee. Besucher sind im allgemeinen ver-

schiedene Arten der Sandbienen (*Andrena*), Schwebbienen (*Melitturga*), Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*), Graubienen (*Rhophitoides*), Schienenbienen (*Nomia*), Sägehornbienen (*Melitta*), Woll- und Harzbienen (*Anthidium*), Mauerbienen (*Osmia*), Blattschneider- und Mörtelbienen (*Megachile*), Langhornbienen (*Eucera*, *Tetralonia*) und Hummeln (*Bombus*). Der Anteil der einzelnen Arten bzw. Gattungen ist in den einzelnen Anbauländern unterschiedlich und hängt nicht nur vom Klima, sondern sehr stark auch von dem Nistplatzangebot in der Umgebung ab. In Ungarn bauen die Sägehornbiene *Melitta leporina*, die Schwebbiene *Melitturga clavicornis* und die Graubiene *Rhophitoides canus* ihre Nester auch in den Luzernefeldern. Andere Wildbienen fliegen zur Nahrungssuche von außen in die Felder ein (BENEDEK 1968). In der Gegend von Lublin in Polen wurden 121 Wildbienenarten, darunter 17 Hummelarten an Luzerneblüten festgestellt (ANASIEWICZ 1975). In Süddeutschland zählen neben den Hummeln vor allem *Melitta leporina*, vereinzelt auch *Rhophitoides canus* zu den charakteristischen Besuchern.

Arten- und Individuenzahlen der Blütenbesucher der Luzerne hängen, wie bereits betont, weitgehend von der Verfügbarkeit geeigneter Nistplätze in der Nachbarschaft ab (z. B. trockene Wiesen, Feldraine, Abbruchkanten, Erdwege). So konnte ich über mehrere Jahre hinweg einen kontinuierlichen Bestandszuwachs von *Melitta leporina* und *Rhophitoides canus* in einer Feldflur der Oberrheinebene beobachten. Neben einem über viele Jahre zur Futtergewinnung genutzten Luzernefeld befand sich eine nur schütter bewachsene, sandige Böschung, die diesen beiden im Boden nistenden Bienenarten günstige Nistmöglichkeiten bot.

Auch Esparsetten- und Hornklee-Felder sind wichtige Nahrungsräume für viele Bienenarten. Esparsette (*Onobrychis viciifolia*) und Hornklee (*Lotus corniculatus*) werden in der Bundesrepublik jedoch kaum noch zu Futterzwecken (z. B. für Pferde) angebaut. Im südlichen Mitteleuropa und in Südeuropa trifft man diese sehr bienenträchtigen Kulturen jedoch noch häufiger an.

2.17 Brachen

Der Begriff »Brache« kommt aus dem altdeutschen »brahha« (brechen), im Sinne von aufbrechen der Ackerkrume oder Grasnarbe. Bei der in früherer Zeit üblichen Fruchtfolge (Dreifelderwirtschaft) blieb immer ein Drittel der Ackerfläche während

eines Sommers zur Erholung des Bodens brach und nahm so einen überaus bedeutsamen Teil der Landbauflächen ein. Die Einführung der Hackfrüchte als dritte Fruchtfolge um die Wende des 18. zum 19. Jahrhundert und verbesserte landwirtschaftliche Methoden (u. a. Einführung des Mineraldüngers) haben die wenig produktive Fruchtfolge der Dreifelderwirtschaft im Laufe der Zeit abgelöst. Bis in die jüngste Vergangenheit hat es sie jedoch in manchen Mittelgebirgsregionen Baden-Württembergs noch gegeben. Der Begriff »brach« blieb jedoch erhalten. Heute versteht man darunter »ungenutzt liegen lassen«. Brachland ist daher landwirtschaftlich nutzbares Land, das aus irgend einem Grund längere Zeit oder überhaupt nicht mehr genutzt wird. Als »Sozialbrache« bezeichnet man ursprünglich landwirtschaftlich genutzte Flächen, deren Nutzung aufgrund der besonderen sozio-ökonomischen Situation aufgegeben wurde. Im weiteren Sinne sind darunter auch solche Flächen zu verstehen, deren Bewirtschaftung sich unter den gegebenen volks- und betriebswirtschaftlichen Verhältnissen nicht mehr lohnt (Grenzertragsbrache). Brache hat es immer gegeben, seit der Mensch mit Feuer und Pflug sowie durch die Weidewirtschaft Vegetations- und Landschaftsstrukturen veränderte. Je nach vorausgegangener Nutzung wollen wir hier zwischen Wiesenbrachen, Ackerbrachen und Weinbergbrachen unterscheiden.

Brachen sind stets etwas Dynamisches. Sie verändern sich, wenn auch manchmal unmerklich langsam, und entwickeln sich im Zuge der natürlichen Sukzession fast immer in Richtung Wald. Dabei verläuft vereinfacht die Vegetationsfolge Grasphase – Staudenphase – Strauchphase – Baumphase. Die Vielfalt standörtlicher und klimatischer Bedingungen sowie die frühere Art der Nutzung bedingen jedoch zahlreiche Abwandlungen der Vegetationsentwicklung und der Geschwindigkeit der Sukzession. So können einzelne Phasen übersprungen werden, sie können kleinräumig gemischt auftreten oder auch über längere Zeit stagnieren. So können sich z. B. Brennessel-Reinbestände Jahrhunderte lang halten, wie auf Wüstungen des 30jährigen Krieges im Reichswald bei Nürnberg. Auch bei der Goldrute mit ihrem sehr dichten Wurzelwerk kommt die Entwicklung im Staudenstadium offensichtlich zum Stillstand. Oft werden Brachflächen allein unter ästhetischen Gesichtspunkten beurteilt oder unter dem Aspekt, ob sie zu irgend einer Funktion für die Bevölkerung tauglich, also direkt für den Menschen nützlich sind (z. B. STÄHLIN et al. 1973). Wildlebende Tiere und Pflanzen werden aus der Betrachtung ausgeklammert. Für den floristi-

schen wie faunistischen Artenschutz haben Brachen jedoch als zeitliche und räumliche Übergangsstadien, in denen noch eine natürliche Dynamik wirken kann, eine hohe Bedeutung, zumal die Flächen nicht durch den Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden oder durch mechanische Bearbeitung belastet sind. Sie können lokal einen wertvollen Ausgleich schaffen und für die Tierwelt oft beste Bedingungen für Nahrungssuche, Vermehrung und Aufenthalt bieten. Dies wird auch von REICHHOLF (1973) und THIELCKE (1973) betont.

Für die Pflege und Behandlung von Brachland gibt es kein allgemein gültiges Rezept. Ob Brachflächen sich gänzlich selbst überlassen bleiben oder ob und wie sie gepflegt, genutzt oder in ihrer Entwicklung gelenkt werden, ist von Fall zu Fall aufgrund der gegebenen Verhältnisse abzuwägen und zu entscheiden (vgl. SCHERRER & SURBER 1978).

2.17.1 Ackerbrachen

Ackerbrachen entwickeln sich in Abhängigkeit von der vorherigen Nutzung, vom Nährstoffangebot sowie von Feuchtigkeits- und Wärmeverhältnissen. Auf ehemaligem Ackerland treten im ersten und zweiten Brachejahr vor allem solche annuellen Wildkräuter hervor, die mit der unmittelbar vor dem Brachfallen angebauten Deckfrucht vergesellschaftet waren (MEISEL & HÜBSCHMANN 1973). Besonders bei mageren Bodenverhältnissen sind während der ersten zwei Jahre die Bedingungen für Ackerwildkräuter hervorragend. Dabei können einzelne Arten zu Vorherrschaft gelangen. Über ein Grasstadium verläuft die Entwicklung ab dem dritten bis fünften Brachejahr meist in Richtung einer Wiesengesellschaft. Bei nährstoffreichen Böden entstehen zunächst meist artenarme Wildkrautfluren, die sich bei längerem Brachfallen zu Hochstaudenfluren weiter entwickeln. Die Gehölzausbreitung kann dann schnell vor sich gehen, wenn samenspendende Bäume in der näheren Umgebung stehen und die Bedingungen für Samenverbreitung und -keimung günstig sind (SCHREIBER 1980). Generell ist bei völligem sich selbst überlassen im Laufe der Zeit mit einer floristischen Artenverarmung zu rechnen.

Aus Sicht des Wildbienen-schutzes sind einjährige Ackerbrachen, wie sie in der Dreifelderwirtschaft üblich waren, wegen des reichen Blütenhorizonts durchaus als günstig anzusehen. Bei den durchweg sehr heterogenen älteren Brachen hängt die Wertigkeit stark von der pflanzlichen Zusammensetzung und dem Nistplatzangebot in der Umgebung ab. Stets bereichern sie jedoch das in vorwiegend acker-

baulich genutzten Gebieten spärliche Blütenangebot. Eine Pflege von Ackerbrachen ist aus faunistischer Sicht über einen längeren Zeitraum nicht nötig. Durch eine Mahd während der Vegetationsperiode lassen sich Ackerbrachen allmählich zu Wiesen entwickeln, während ein Herbstschnitt den hochwüchsigen Ruderalpflanzen zugute kommt.

2.17.2 Weinbergbrachen

Historische Weinberglandschaften haben sich durch die in weiten Teilen Süddeutschlands durchgeführten Flurbereinigungen in den letzten 30 Jahren erheblich und fast stets zum Nachteil der durchweg wärmeliebenden Weinbergflora und -fauna verändert. Schwer zugängliche und besonders steile Lagen fielen in manchen Weinbaugebieten völlig aus der Nutzung. Weinberge wurden aber auch schon vor Beginn der Rebflurbereinigungen, teils seit der Jahrhundertwende, vor allem in spätfrostgefährdeten und klimatischen Grenzlagen oder aus sozio-ökonomischen Gründen aus der Nutzung entlassen.

Die Bracheentwicklung von den Initialstadien bis hin zur Verbuschung oder Bewaldung verläuft auf diesen Trockenhängen in unterschiedlicher Weise und Geschwindigkeit. Wie bei den Wiesenbrachen kann auch hier ein frühes Brachestadium über Jahrzehnte hinweg praktisch stagnieren. Weinbergbrachen auf Kalkstein-Verwitterungsböden (Muschelkalk) können aber auch rasch durch die Schlehe (*Prunus spinosa*) besiedelt werden und in wenigen Jahrzehnten vollständig mit dem dornigen Gesträuch überzogen sein (SCHREIBER 1980). Ein ähnliches Durchsetzungsvermögen hat die Goldrute (*Solidago canadensis*) in einigen Weinbaugebieten. Auch Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Besenginster (*Cytisus scoparius*), Kiefer (*Pinus sylvestris*), Brombeere (*Rubus*), Waldrebe (*Clematis vitalba*) oder Robinie (*Robinia pseudacacia*) können zu einem erheblichen Problem in floristisch wie faunistisch erhaltenswerten Weinbergbrachen werden.

In der Historischen Weinberglandschaft des Tübinger Spitzbergs sind die Brachen Gegenstand vegetationskundlicher Untersuchungen gewesen. Die Initialstadien sind in ihrer floristischen Zusammensetzung recht heterogen. Ruderal- und Magerrasenarten vermischen sich, weswegen GÖRS (1966) von einem »ruderalen Halbtrockenrasen« spricht. KOHLER (1960) hat den ruderalen Charakter der Initialstadien durch die Benennung »Honigklee-Halbtrockenrasen« zum Ausdruck gebracht, da der Honigklee oder Steinklee (*Melilotus alba*) regelmäßig



In historisch gewachsenen Weinberglandschaften wie hier am Spitzberg bei Tübingen gibt es auch ausgedehnte Weinbergbrachen mit einem vielfältigen Struktur- und Blütenangebot, das zusammen mit dem günstigen Kleinklima eine reiche Wildbienenfauna bedingt.

stärker auftritt. Werden die Flächen gemäht, wie dies seit einigen Jahren geschieht, so entwickeln sich bunte Magerrasen. Wird die Entwicklung jedoch nicht gestört, fassen Saumarten wie die Bunte Kronwicke (*Coronilla varia*), der Blutstorchschnabel (*Geranium sanguineum*), die Wilde Platterbse (*Lathyrus sylvestris*) oder die Schmalblättrige Wicke (*Vicia tenuifolia*) Fuß und bilden bald innerhalb der Bestände richtige Nester. Erst allmählich folgen verschiedene Straucharten, wie Liguster (*Ligustrum vulgare*), Schlehe (*Prunus spinosa*) oder Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea*), die die Verbuschung einleiten. Die Vegetation der Weinbergbrachen setzt sich demnach zusammen aus Arten der Weinbergwildkrautgesellschaften, der Ruderalfluren, der Magerrasen sowie der wärmeliebenden Säume und Gebüsche. Im rund 22 ha großen NSG »Hirschauer Berg«, das sich überwiegend aus Weinbergbrachen unterschiedlichen Alters zusammensetzt, konnten von mir über 200 Blütenpflanzenarten erfaßt werden, worunter sich auch verschiedene, für Spezialisten attraktive Pollenquellen befinden. Wie auch in diesem Fall sind Weinbergbrachen generell sehr vielfältige, strukturreiche Lebensräume mit hohen Artenzahlen der Pflanzen- und Tierwelt.

Durch die enge Verzahnung verschiedener Sukzessionsstadien beherbergen Weinbergbrachen auch eine artenreiche Wildbienenfauna, wobei wärmeliebende Arten einen hohen Anteil haben. In den Weinbergbrachen des bereits mehrfach erwähnten Tübinger Spitzbergs wurden von mir rund 140 Bienenarten nachgewiesen. Die Befunde zeigen, daß sowohl im Erdboden als auch oberirdisch nistende Arten günstige Nistmöglichkeiten vorfinden. Dabei überwiegen die ersteren leicht, denen sich viele offene Bodenstellen in Form von Abbruchkanten, Rutschungen oder Lücken in der Vegetation zur Nestanlage bieten.

Stellvertretend seien einige Arten herausgegriffen: Die Nesteingänge der Langhornbiene *Eucera tuberculata* und der Sandbiene *Andrena labialis* befanden sich am Grunde von Grasbüscheln. Von letzterer fand sich sogar eine ausgedehnte Nestansammlung, an der auch der Futterparasit, die Wespenbiene *Nomada stigma* zu beobachten war. In Abbruchkanten befanden sich die Nester der Pelzbienen *Anthophora aestivalis* und *A. quadrimaculata* sowie der Seidenbienen *Colletes daviesanus* und *C. similis*. An diesen Plätzen waren auch ihre Futter-schmarotzer, die Trauerbiene *Melecta luctuosa*, die

Fleckenbiene *Thyreus orbatus* und die Filzbiene *Epeolus variegatus* anzutreffen. An einer kleinen Rutschung hatten mehrere Weibchen der Bastardbiene *Trachusa byssina* ihre Niströhren gegraben. In den mit Erde gefüllten Fugen der alten Weinbergmauern wurden die Furchenbienen *Lasioglossum laticeps*, *L. fulvicorne*, *L. nitidulum*, *L. punctatissimum* und *L. villosulum*, die Maskenbiene *Hylaeus hyalinatus* und die Pelzbiene *Anthophora acervorum* nistend festgestellt. Bei letzterer lebte regelmäßig die Trauerbiene *Melecta punctata*. In hohlen Fugen befanden sich die Nester der Blattschneiderbienen *Megachile centuncularis* und der Mörtelbiene *Megachile ericetorum*, an denen sich die Kegelbienen *Coelioxys inermis* und *C. aurolimbata* regelmäßig herumtrieben. In Vertiefungen von Steinen der Trockenmauern legte die Mauerbiene *Osmia ravouxi* ihr Mörtelnest an. Brombeerhecken mit vielen dünnen Ranken, Holundergebüsche und Wildrosen waren die Nistplätze der Mauerbienen *Osmia leucomelana*, *O. claviventris* und *O. tridentata*, der Keulhornbiene *Ceratina cyanea* sowie einiger Maskenbienen, z.B. *Hylaeus communis* und *Hylaeus brevicornis*. Die Dusterbiene *Stelis ornatula* konnte aus den Niststengeln gezüchtet werden. Fraßgänge in abgestorbenen Obstbäumen wurden von den Mauerbienen *Osmia brevicornis* und *O. gallarum*, von der Löcherbiene *Heriades truncorum* sowie von den Scherenbienen *Chelostoma florissomme*, *C. fuliginosum*, *C. campanularum* und *C. distinctum* besiedelt. In dem morschen Holz eines Astes hatte die Pelzbiene *Anthophora furcata* ihr Nest ausgenagt. In Form vieler leerer Schneckenhäuser fanden die Mauerbienen *Osmia bicolor*, *O. aurulenta*, *O. rufhirta* und *O. spinulosa* reiche Nistgelegenheit.

Von den zahlreichen weiteren, hier aufgefundenen Arten seien noch erwähnt: die Sandbienen *Andrena combinata*, *A. fulvago*, *A. nitidiuscula* und *A. polita*, die Zottelbiene *Panurgus dentipes*, die Furchenbienen *Lasioglossum convexiusculum*, *L. lativentre*, *L. tricolor* und *L. xanthopus*, die Sägehornbiene *Melitta leporina*, die Wollbienen *Anthidium oblongatum* und *A. punctatum*, die Mauerbienen *Osmia adunca* und *O. leaiana*, die Blattschneiderbiene *Megachile pilidens*, die Wespenbiene *Nomada mutica* sowie die Hummel *Bombus confusus*.

Überall dort, wo Weinberglagen mit ihrem Mosaik aus genutzten Reb-, Beeren- und Obstgärten, Trockenmauern, Brachen und Gebüschen noch nicht flurbereinigt sind, sollten die aus kulturhistorischen wie biologischen Gründen bedeutsamen Teile flächenhaft unter Schutz gestellt werden.

Aus Gründen des Artenschutzes kann es sinnvoll

oder auch notwendig sein, die Sukzession gezielt zu beeinflussen, um z.B. bestimmte Brachestadien in ihrem Zustand zu erhalten oder kleinflächig eine Vielfalt verschiedener Stadien zu erreichen. Durch die Mahd bestimmter Flächen einmal im Jahr können sich artenreiche Magerrasen entwickeln, die viele attraktive Biennahrungspflanzen enthalten. Für die Wildbienen der Weinbergbrachen stellen großflächige Totalverbuschung oder Bewaldung die Hauptgefahren dar. Zu ihrer Erhaltung muß daher die Offenhaltung durch gezielte Pflege gewährleistet sein, da für die auf große Trockenheit und Wärme angewiesenen Bienenarten außerhalb der Rebhänge Ersatzlebensräume kaum (be)schaffbar sind. Die Duldung einzelner, zerstreuter Brombeergebüsche ist zur Erhaltung der Bewohner markhaltiger Stengel notwendig. Aufforstungen sollten allerdings grundsätzlich unterbleiben. Eine Voraussetzung für die Erhaltung einiger besonders gefährdeter Wildbienen (und anderer Insekten) ist die Förderung der Ruderalfluren im Weinbauklima. Ruderalarten wie Natterkopf (*Echium vulgare*), Gewöhnliche Kratzdistel (*Cirsium vulgare*) oder Bitterkraut (*Picris hieracioides*) sind für Spezialisten unbedingt notwendig. Sie auch in bereits unter Schutz stehenden Weinbergbrachen zu fördern, bedarf gezielter Eingriffe. Dies läßt sich meist nur durch Bodenstörungen (Hacken) erreichen. Kleinere Flächen mit einer Größe von wenigen Ar sind hier oft schon ausreichend und können zur Sicherung der Pollenquellen einiger gefährdeter Bienenarten viel bewirken. Hat man größere Flächen zur Verfügung, sollte die Pflege mosaikartig durchgeführt werden, um durch unterschiedliche Behandlung einzelner Brachflächen eine möglichst große Vielfalt zu gewährleisten. Dies wird seit Jahren mit Erfolg im Naturschutzgebiet »Hirschauer Berg« bei Tübingen praktiziert, wodurch nicht nur Wildbienen, sondern auch zahlreiche, für dieses Gebiet typische Vertreter anderer Tiergruppen deutlich gefördert wurden.

2.17.3 Wiesenbrachen

Über die natürliche Entwicklung von Wiesenbrachen und die Verschiebungen im pflanzlichen Artenspektrum liegen langjährige Untersuchungen von SCHIEFER (1981, 1984) vor, die in Baden-Württemberg durchgeführt wurden. Als Folge der eingestellten Nutzung bildet sich eine verfilzte Streudecke, die von Jahr zu Jahr dichter wird. In Halbtrockenrasen und Salbei-Glatthaferwiesen dringen Saumarten ein. In typischen Glatthaferwiesen nehmen niedrigwüchsige und konkurrenzschwache

Arten ab, Arten stickstoffliebender Säume dagegen zu. Generell nimmt die Artenzahl jedoch ab. In Feucht- und Naßwiesen nehmen Hochstauden zu und entwickeln (nicht immer) ein über lange Zeit sehr stabiles Brachestadium aus Hochstaudenfluren. Durch ihre geschlossene Grasnarbe und die dichte Streudecke sind in Wiesenbrachen die Keimungsbedingungen für Baumarten sehr ungünstig.

In ausgedehnten Gründlandgebieten können zerstreut liegende Wiesenbrachen zu einer Ergänzung des Nahrungsangebots für Wildbienen in blütenarmen Zeiten (z. B. nach der Mahd) führen. Langfristig betrachtet sind Wiesenbrachen jedoch aus Sicht des Wildbienenschutzes eher ungünstig zu beurteilen, da durch längeres Brachliegen die Vielfalt an Blütenpflanzen abnimmt und damit auch die Artenzahl der von ihnen abhängigen Bienen. Gleichzeitig verschwinden durch die zunehmende Verfilzung der Grasnarbe geeignete Nistplätze für bodennistende Arten. Besteht das Ziel der Brachlandpflege einzig darin, die Flächen offenzuhalten, d. h. freizuhalten von Gehölzwuchs, so ist auf vielen Grünlandbrachen keine Pflege nötig. Soll jedoch die charakteristische Vegetation konserviert werden, empfiehlt SCHIEFER (1981), Glatthaferwiesen einmal jährlich Mitte Juni zu mulchen, während bei Halbtrockenrasen ein Mulchschnitt im zwei- oder dreijährigen Turnus von Ende Juni bis Mitte August ausreichen soll. »Bei zu späten Schnitten im Herbst bleibt das Mulchgut bis weit ins Frühjahr hinein unverrotet als dichte, geschlossene Decke liegen und hat das Absterben vieler Arten zur Folge – zu spätes Mulchen schadet in vielen Fällen mehr als es nützt.« Da das Mulchen jedoch die Fauna der Krautschicht beeinträchtigt und auch aus botanischen Artenschutzgründen frühe Mulchtermine nicht immer möglich sind, ist eine sich an die traditionelle Nutzung anlehrende oder auf die spezielle Artenzusammensetzung abgestimmte Mahd mit anschließendem Abräumen des Mähguts dem Mulchen zweifellos vorzuziehen.

2.18 Ruderalstellen

Bauschutt-, Trümmer-, Müll- und Lagerplätze, ungenutzte Winkel und Baulücken in Siedlungen, das Umfeld von Hafen-, Bahn- und Industrieanlagen, Trümmerschutthänge am Fuß von Burgruinen, aufgelassene Gruben oder Jauche- und Mistplätze sind sogenannte Ruderalstellen. (Der Begriff »ruderal« leitet sich von dem lateinischen Wort »rudus« für Schutt, Ruine ab.) Solche Ruderalstellen sind vom

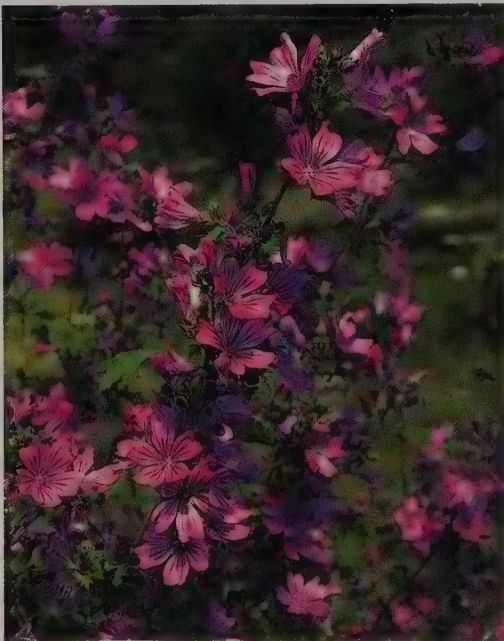


Spätsommeraspekt einer artenreichen Ruderalgesellschaft auf lehmigem Rohboden. Hier blühen u. a. Später Zahntrost (*Odontites rubra*), Ruhr-Flohkraut (*Pulicaria dysenterica*) und Jakobs-Greiskraut (*Senecio jacobaea*). Lebensraum der Sägehornbiene *Melitta tricincta*.

Menschen stark beeinflusst, werden aber weder land- noch forstwirtschaftlich genutzt und bleiben zumindest vorübergehend sich selbst überlassen. Sie werden spontan von sogenannten Ruderalpflanzen besiedelt, die meist an mäßig bis stark gestörte (d. h. mehr oder weniger regelmäßige Bodenverwundung oder -umlagerung), oft sehr stickstoffreiche Standorte gebunden sind. Eine nicht unbeträchtliche Zahl der Ruderalpflanzen gehört zur heimischen Flora. In der Naturlandschaft wuchsen diese z. B. an Flußufern, an Wildlagerplätzen, in Auwaldlichtungen oder an Rutschhängen. Zahlreiche Ruderalpflanzen sind aber nicht einheimisch und wurden durch den Menschen zum Teil bereits vor 1500, andere erst in jüngerer Zeit absichtlich oder unabsichtlich eingebracht oder sind eingewandert. Viele Arten der Ruderalvegetation wurden früher als Zier-, Heil- oder Zauberpflanzen verwendet und zu diesem Zweck angebaut oder als wildwachsende Kräuter im dörflichen Bereich geduldet.



Von Königskerzen (*Verbascum*) geprägte Ruderalgesellschaft auf einer sandigen Böschung in der Oberrheinebene. Lebensraum der Mauerbienen *Osmia tridentata*, *O. claviventris* und *O. leucomelana*, der Keulhornbiene *Ceratina cucurbitina* und der Wollbiene *Anthidium lituratum*.

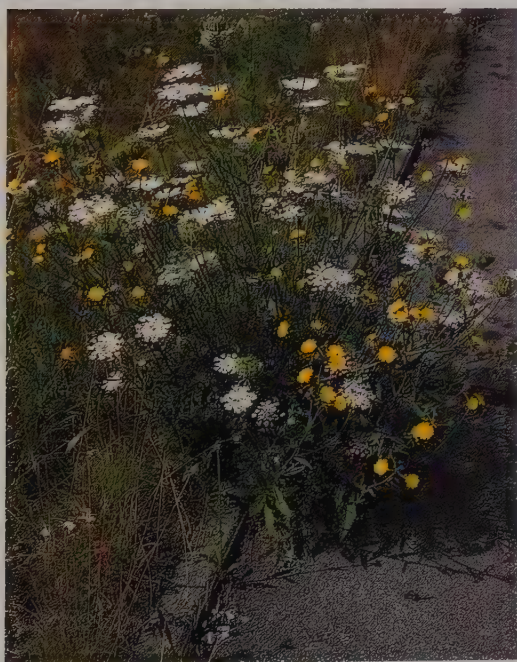


Die Wilde Malve (*Malva sylvestris*) trägt zur Farbenpracht der Ruderalgesellschaften bei.

Ruderalpflanzen können ein-, zwei- oder mehrjährig sein, sie wachsen an trockenwarmen wie an feuchtkühleren, an humusarmen wie an nährstoffreichen Orten. Die Ruderalvegetation kann kurzlebig, aber auch sehr langlebig sein. Durch die Vielzahl ihrer Standorte und Wuchsbedingungen sind Ruderalfluren außerordentlich vielfältig. Sie enthalten eine ganze Reihe von Arten, die für Wildbienen ungemein wichtig sind, weswegen sie im folgenden besonders herausgestellt werden. Auf trockenwarmen, lockeren und humusarmen, meist kalkhaltigen Schotterflächen oder Böden mit hohem Grus- und Steingehalt (Eisenbahnanlagen, Straßenböschungen, Abraummalden von Steinbrüchen, Kiesgruben, Rutschhänge) treffen wir eine ungemein farbenprächige Ruderalgesellschaft, die sich aus überwiegend zweijährigen Pflanzen zusammensetzt: Natterkopf (*Echium vulgare*), Weißer Steinklee (*Melilotus alba*), Echter Steinklee (*Melilotus officinalis*), Wilde Resede (*Reseda lutea*), Färber-Resede (*Reseda luteola*), Gewöhnliche Kratzdistel (*Cirsium vulgare*), Wilde Möhre (*Daucus carota*). An Weg- und Straßenrändern wachsen Wegwarte (*Cichorium intybus*) und Gemeines Bitterkraut (*Picris hieracioides*). Die Färberkamille (*Anthemis tinctoria*) ist



An trockenwarmen, kiesig-schottrigen Stellen wachsen Gewöhnlicher Natterkopf (*Echium vulgare*) und Scharfer Mauerpfeffer (*Sedum acre*).



Wilde Möhre (*Daucus carota*) und Gewöhnliches Bitterkraut (*Picris hieracioides*) an einem Straßenrand eines Gewerbegebietes.



Die Gewöhnliche Kratzdistel (*Cirsium vulgare*) ist im Hochsommer eine wichtige Nahrungsquelle von Wildbienen.

eine Pionierpflanze warmer, offener Böden und wächst an Böschungen oder Bahndämmen.

In trockenwarmen Gebieten gedeiht auf stickstoffreichem Bauschutt im Randbereich von Ortschaften, auf Bahnhofs- und Industriegelände sowie an alten Burgen und Burgruinen die Eselsdistel (*Onopordum acanthium*), gelegentlich auch die Kugeldistel (*Echinops ritro*). Sandige Böden bevorzugt die Gewöhnliche Ochsenzunge (*Anchusa officinalis*). Auf kalkhaltigen, mäßig trockenen Böden entlang von Straßen wachsen die Weg-Distel (*Carduus acanthoides*) und die Nickende Distel (*Carduus nutans*). An frischen Stellen, auf Müll und Bauschutt, im Umfeld von Industrie- und Bahnanlagen oder an Böschungen siedeln die sehr langlebigen und dichten Herden von Rainfarn (*Tanacetum vulgare*) und Beifuß (*Artemisia vulgaris*). An sehr stickstoffreichen, sonnigen Plätzen, im Siedlungsbereich an Haus- und Stallmauern oder auf alten Friedhöfen, in der Ackerlandschaft auch an Waldrändern oder an Schuttplätzen wachsen die Schwarznessel (*Balota nigra*) und gelegentlich das Herzgespann (*Leonurus cardiaca*), an halbschattigen Standorten die Weiße Taubnessel (*Lamium album*) und der Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*). Nährstoffreiche, lichte bis halbschattige Stellen entlang von Waldmänteln, Hecken und Gebüsch im Tief- und Hügelland sind die bevorzugten Wuchsorte der Zweihäusigen Zaunrübe (*Bryonia dioica*).

Für Wildbienen haben Ruderalstellen eine hohe Bedeutung. Dies gilt ganz besonders für Ruderalflächen auf Sand oder Lößlehm. Zahlreiche Arten treten hier mit hoher Stetigkeit auf, sei es, weil dort ihre bevorzugten Pollenquellen wachsen, sei es, weil sie dort nisten. KLATT (1988) stellte an Ruderalstellen im Stadtgebiet von Freiburg i.Br. die erstaunliche Zahl von 110 Bienenarten fest, darunter zahlreiche seltene und/oder gefährdete Arten.

Ruderalstellen weisen häufig – vor allem an trockenen Orten – offene Bodenstellen auf, die günstig für die Nestanlage bodenbewohnender Bienen sind. Aber auch die Ruderalpflanzen selbst können als Nistgelegenheit dienen. Markhaltige Pflanzen wie Disteln, Beifuß oder Königskerzen werden, nachdem sie abgestorben und dürr sind, von einigen Bienenarten als bevorzugte Nistplätze ausgewählt. Sie nagen in das Mark im Stengelinnern einen Gang für die Anlage der Brutzellen. Lediglich die Mauerbiene *Osmia tridentata* schafft es, einen Eingang durch die verholzte Stengelwand zu nagen. Andere Markbewohner wie einige Maskenbienen (*Hylaeus*), Wollbienen (*Anthidium*), Mauerbienen (*Osmia*) oder Keulhornbienen (*Ceratina*) benötigen abgebrochene Stengel, bei denen das Mark frei

zugänglich ist. In zahlreichen Fällen konnte ich u.a. auch die Bestände von Keulhornbienen (*Ceratina cucurbitina*, *C. cyanea*, *C. callosa*) und Maskenbienen (z.B. *Hylaeus cornutus*, *H. gracilicornis*) fördern, indem ich an Ruderalstellen die Fruchtstände dürre, markhaltiger Stengel mit der Rebschere abschneide.

Für manche Bienenarten dienen Ruderalstellen sowohl als Nistplatz wie als Nahrungsraum. Die Wollbiene *Anthidium lituratum* konnte ich mit wenigen Ausnahmen (z.B. warme Waldränder mit Brombeerhecken) am häufigsten an Ruderalstellen beobachten. Als Korbblütler-Spezialist findet sie ihre Nahrungsansprüche in Form von Disteln (z.B. *Cirsium vulgare*) erfüllt, ihre Brutzellen legt sie in markhaltigen Stengeln von Disteln oder Königskerzen an. Auch die Mauerbiene *Osmia tridentata* wird bei uns am ehesten an Ruderalstellen aufgefunden, weil sie dort ihren bevorzugten Nistplatz hat. Ebenso haben die Zottelbiene *Panurgus calcaratus* und die Hosenbiene *Dasypoda hirtipes*, die beide in der Erde nisten ihren Siedlungsschwerpunkt in lückigen Ruderalflächen.

Ruderalstellen werden meist als unordentliche, unaufgeräumte, »verwilderte« Plätze angesehen und daher oft negativ bewertet, obwohl manche der hier wachsenden Pflanzengemeinschaften ungemein farbenprächtig sein können. Es scheint, daß selbst bei Naturschutzvertretern die ökologische Bedeutung von Ruderalstellen noch zu wenig erkannt ist. Mir sind mehrere Fälle bekannt, wo ein Gebiet im Rahmen der Biotopkartierung als nicht erhaltungswert eingestuft wurde, weil keine seltenen oder gefährdeten Pflanzenarten festgestellt worden waren. Die Gebiete waren aber so strukturreich, daß sie zahlreichen, auch gefährdeten Bienenarten ideale Existenzbedingungen boten. Aus der Sicht des Wildbienenschutzes waren diese Gebiete hochgradig schützenswert! Meist sind es eben die »normalen« und oft wenig beachteten Pflanzen, die für Wildbienen die Nahrungsgrundlage darstellen (s. Kap. 5.9).

Hauptursache für den Rückgang der Ruderalvegetation ist die Zerstörung ihrer Wuchsorte. Da die Ruderalvegetation durchweg vom Menschen abhängig ist und durch ihn gefördert wurde, benötigt sie zur Erhaltung wiederum menschliche Eingriffe, die in Art und Intensität der traditionellen Nutzung gleich oder ähnlich sind. In ehemals rein bäuerlichen Ortschaften z. B. sind Ruderalpflanzen als Folge der Verstädterung weitgehend verschwunden, insbesondere durch Pflasterung, Asphaltierung und Betonierung der Hofplätze und Fußwege, durch Gestaltung von Grünanlagen mit Rasen und Ziergehölzpflanzen.

zungen sowie durch »Säuberungs- und Sanierungsaktionen«. Zu dieser Entwicklung hat auch die Aktion »Unser Dorf soll schöner werden« beigetragen. Bei einem Vergleich der floristischen Reichhaltigkeit von Dörfern im Kreis Lippe mit ihrer Platzierung in diesem Wettbewerb zeigte sich, daß das Dorf mit der reichhaltigsten Wild-Flora am schlechtesten abschnitt (BRANDES 1984). Es ist höchste Zeit, daß bei der Bewertung solcher Aktionen ökologische Kriterien einfließen!

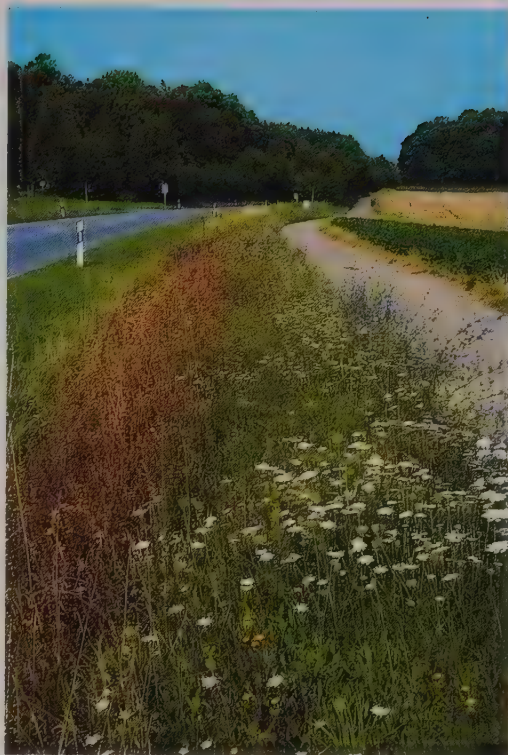
Die Verarmung der dörflichen Ruderalflora ist in Mitteleuropa inzwischen so weit fortgeschritten, daß sie in Freilichtmuseen speziell angesiedelt wurde, um sie wenigstens museal zu erhalten (vgl. SCHUMACHER 1983). Für den Naturschutz in den Dörfern ergibt sich daher die Aufgabe, Verständnis für die Ruderalflora zu wecken, um sie als integrierten Bestandteil eines Dorfes zu erkennen und zu erhalten. Innerhalb und auch außerhalb des Siedlungsbereichs fällt die Ruderalvegetation oft einem falsch verstandenen Ordnungssinn zum Opfer. Sie wird deshalb oft durch Mähen beseitigt oder ihre Wuchsorte werden bepflanzt, meist mit fremdländischen Bodendeckern, was einer extremen biologischen Verarmung gleichkommt. Auch die Flora der Bahnhöfe und ihre Bienenfauna hat sich in den letzten 30 Jahren drastisch geändert. Die typischen Bahnhofspflanzen sind als Folge des Herbizideinsatzes und der Bodenversiegelung weitgehend verschwunden (s. Kap. 2.24.7). Auf die Bedeutung von Burgen als Refugien für Ruderalpflanzen weist LOHMEYER (1975a, 1975b) hin (s. Kap. 2.24.8).

Wo auch immer Rohböden anfallen, z. B. bei Baumaßnahmen, sollten sie als neues Pionierland ganz oder zumindest so lange als möglich sich selbst überlassen bleiben und nicht eingesät oder bepflanzt werden. Bei der Anlage von Verkehrswegen verbleiben oft schwer zugängliche Restflächen, die für die Ruderalvegetation wichtige Rückzugsgebiete sind.

2.19 Weg- und Straßenränder, Bahndämme, Grabenböschungen

2.19.1 Weg- und Straßenränder

Weg- und Straßenränder sowie Bahndämme überziehen das ganze Land und nehmen als Raine, Bankette und Böschungen eine erstaunlich große Fläche ein. Weil sie in unterschiedlichsten Lagen mit den verschiedensten Gesteinen, Böden und Klimaten



Reich blühende Ruderalvegetation auf einer Straßenböschung im Hochsommer.

vorkommen, ermöglichen sie große Vielfalt und Artenreichtum. Je nach Feuchte- und Nährstoffverhältnissen lösen sich Ruderalfluren, Hochstaudensäume, Wiesen und Magerrasen in buntem Wechsel ab. Oft tragen sie eine für den jeweiligen Naturraum typische Vegetation. Frisch geschüttete Böschungen fallen durch das Rot des Klatschmohns (*Papaver rhoeas*) oder das Gelb des Ackersenfs (*Sinapis arvensis*) auf und bieten vorübergehend auch anderen Ackerwildkräutern und Pionierpflanzen Wuchsmöglichkeiten. Sie können sich zu farbenprächtigen Hochstaudenfluren weiterentwickeln. Neben dem Samenvorrat des Bodens bestimmt auch die Vegetation der Umgebung den Samennachschub und damit das Artengefüge der Straßenränder. Für die Artenvielfalt ist die Bedeutung der Weg- und Straßenränder daher nicht zu unterschätzen.

Auch als Lebensräume für Wildbienen kommen sie in Frage. Sie dienen vielen Arten als Nist- und Nahrungsstätte und sind Leitlinien für ihre Ausbreitung. »Über eines sollte man sich dabei jedoch nicht hinwegtäuschen: Straßenränder als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sind immer nur Notbehelf und



Auch Straßenböschungen können sehr blumenbunt sein, wie dieses Beispiel aus dem oberen Neckartal zeigt, wenn der Untergrund nur mager genug ist und sie extensiv gepflegt werden.



Selbst ein noch so blumenreicher Feldrain nützt den im Boden nistenden Bienenarten dann nichts mehr, wenn man sie durch Bodenversiegelung ihrer Nistplätze beraubt hat.

zweite Wahl! Ihr heute steigender Wert ist nämlich nur die bittere Konsequenz des fortschreitenden Verlustes an ökologisch wirklich noch intakten Lebensräumen« (WASNER & WOLFF-STRAUB 1987). An den Banketten stark befahrener Bundesstraßen und Autobahnen allerdings sind die Bedingungen durch Abgase, Reifenabrieb, Staub und Streusalz oft derart schlecht, daß sie für Wildbienen kaum geeignet sind.

Welche Arten an Weg- und Straßenrändern Nahrung und Nistplätze finden, hängt weitgehend von der Vegetation und dem Strukturangebot ab, so daß es keine typischen »Straßenrand-Bienen« gibt. Viele Straßenränder und -böschungen können durch ihren bisweilen großen Blütenreichtum Ausgleichsnahrungsräume für Wildbienen darstellen. Vor allem in intensiv ackerbaulich genutzten Landschaften, wo die Feldwegränder durch den Herbizideinsatz auf den angrenzenden Äckern meist nur noch eintönige Grasfluren darstellen, sind sie oft die einzigen Bereiche mit einem noch ausgeprägten Blütenhorizont. Einige mehr oder weniger willkürliche herausgegriffene Beispiele mögen dies veranschaulichen:

Die Sägehornbiene *Melitta haemorrhoidalis* und die Glanzbiene *Dufourea dentiventris* sind in den großen Waldgebieten auch an Straßenrändern anzutreffen, wenn dort Glockenblumen (z.B. *Campanula trachelium*, *C. rotundifolia*) wachsen. Der an vielen Straßenrändern wachsende Rainfarn (*Tanacetum vulgare*) wird von Bienen der verschiedensten Gattungen besucht, insbesondere aber von der Seidenbiene *Colletes daviesanus* und der Maskenbiene *Hylaeus nigrinus*. Das Gewöhnliche Bitterkraut (*Picris hieracioides*) liefert vielen Furchenbienen-Arten Pollen, wie z.B. *Lasioglossum villosulum* und *L. leucozonium* oder der Zottelbiene *Panurgus calcaratus*. Auch die Sägehornbiene *Melitta tricincta* konnte mehrfach an Straßenrändern beim Pollensammeln auf dem Späten Zahntrost (*Odontites rubra*) beobachtet werden. Im Kaiserstuhl besucht die Langhornbiene *Tetralonia macroglossa* die an Straßenrändern und -böschungen blühenden Malven (z.B. *Malva alcea*, *M. moschata*). Oft finden sich an Weg- und Straßenrändern auch offene Bodenstellen, in denen vor allem verschiedene Furchenbienen (*Lasioglossum*) nisten.

Zur Pflege der Straßenränder geben WASNER & WOLFF-STRAUB (1987) die folgenden, hier etwas verkürzt wiedergegebenen Empfehlungen, denen aus Sicht des Wildbienenschutzes vorbehaltlos zugestimmt werden kann. Auf den Einsatz chemischer Mittel auf diesen Flächen wird erfreulicherweise inzwischen weitgehend verzichtet. Bei genügender



Hochsommeraspekt eines blütenreichen Feldwegs im Jura. Hier fliegen u.a. die Mauerbienen *Osmia aurulenta*, *O. bicolor*, *O. rufohirta* und *O. spinulosa*, die Bastardbiene *Trachusa byssina*, die Harzbiene *Anthidium strigatum*, die Glanzbiene *Dufourea dentiventris* und die Sägehornbiene *Melitta haemorrhoidalis*.

Breite kann der Straßenrand bzw. die -böschung in bis zu drei Zonen unterteilt werden, die zu verschiedenen Zeiten gemäht werden sollten. Dadurch wird eine stufige Vegetation erzielt. Entsprechende, ökologisch orientierte Mähpläne sollten für jede Straßenmeisterei ausgearbeitet werden.

Zone I – der »Intensivbereich«: Das Bankett von maximal 1 m Breite im Anschluß an die Fahrbahn wird nach Bedarf, d.h. nach Erfordernissen der Verkehrssicherheit gemäht. Jedoch sollte mit der Mahd dieser 1 m breiten Bankette an den stark belasteten Straßen begonnen werden. Erst danach sollten die weniger stark befahrenen Straßen drankommen. Diese Reihenfolge sollte von Jahr zu Jahr beibehalten werden.

Zone II – Die Wiesenzone: Bei genügendem Platz schließt sie sich an das Bankett an. Hier sollte zweimal im Jahr gemäht werden, wobei der erste Schnitt zwischen Mitte Juni und Mitte Juli liegen sollte (im Bergland 2–3 Wochen später), der zweite Schnitt nach dem 15. September. Im höheren Bergland (z.B. auf der Schwäbischen Alb) kann sogar eine

Mahd im Juli/August ausreichen. Der erste Schnitt darf nicht zu spät erfolgen, damit in diesem Bereich die Wiesenvegetation gefördert wird.

Zone III – Ruderal- und Hochstaudenfluren/Gehölzsäume: Diese Zone schließt bei breiten Straßenrändern rückwärts an den zweischürigen Wiesenstreifen (Zone II) an, bei schmaleren dagegen direkt an die Bankettzone I. Dieser Bereich sollte nur im Herbst, frühestens ab 15. September, und besser nur alle 2–3 Jahre gemäht werden. Eine solche Art der Pflege gilt auch für die Säume vor Waldrändern und Hecken, damit hier wieder Saumgesellschaften gedeihen können.

Grundsätzlich ist das Mähgut bald (1–3 Tage) nach der Mahd abzuräumen. Mulchen schadet der Flora und Fauna erheblich.

Wenn ein Schutz vor Erosion nicht unbedingt angezeigt ist, sollte im Rahmen von Straßenbaumaßnahmen, wann immer möglich, auf eine Überdeckung mit humusreichem Oberboden und eine Ansaat verzichtet werden, um der Pioniervegetation und der Entwicklung von Magerrasen neue Entwicklungsräume zu ermöglichen. Vor Illusionen sei allerdings gewarnt: auch wenn nicht humisierte, trockene Straßenböschungen der Mittelgebirge geeignete Standorte für Magerrasen sein können, sind sie niemals Ersatz für jahrzehnte- oder jahrhundertalte Magerwiesen und deren Lebensgemeinschaften (vgl. ULLMANN & HEINDL 1986).

2.19.2 Bahndämme

Die Vegetation der Bahndämme besteht meistens aus Ruderalfluren, ausgedehnten Brombeerhecken oder Gebüsch. Vor allem sandiger Untergrund ist für eine ganze Reihe von Wildbienen förderlich, die hier nisten können und/oder Nahrung finden. So ist mir eine ausgedehnte Nestansammlung der Seidenbiene *Colletes cunicularius* an einem sandigen Bahndamm bekannt geworden. Daß hier auch weitere Bienenarten zumindest als Teilsiedler auftreten, sei am Beispiel einer Erfassung eines sandigen Bahndamms bei Karlsruhe vom 8.7.1984 aufgezeigt. Es blühten: Natterkopf, Reseden, Königskerzen, Rainfarn, Kanadisches Berufskraut, Wiesenschafgarbe, Rapunzel-Glockenblume, Scharfer Mauerpfeffer, Luzerne, Spargel. An Bienen waren festzustellen: die Seidenbiene *Colletes daviesanus*, die Maskenbiene *Hylaeus signatus*, die Sandbienen *Andrena flavipes*, *A. bicolor*, *A. chrysopus* und *A. dorsata*, die Furchenbienen *Halictus subauratus* und *Lasioglossum quadrinotatum*, die Sägehornbiene *Melitta leporina*, die Wollbiene *Anthidium punctatum*, die Lö-

cherbiene *Heriades crenulatus*, die Mauerbiene *Osmia adunca*, die Blattschneiderbiene *Megachile rotundata* sowie die Keulhornbienen *Ceratina cucurbitina* und *C. cyanea*.

2.19.3 Grabenböschungen

Auch Böschungen von tiefliegenden Entwässerungsgräben können in Gebieten mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung unter bestimmten Voraussetzungen wichtige Kleinlebensräume von Wildbienen sein. RIEMANN (1987b) hat in den Jahren 1975 bis 1985 in der Achim-Uphuser Marsch bei Bremen 59 Bienenarten im Bereich von Grabenböschungen nachgewiesen. Sollen solche Flächen eine Refugialfunktion für Wildbienen haben, dürfen aufgrund der Untersuchungen dieses Autors die Äcker nicht unmittelbar an den Grabenrand heranreichen. Vielmehr müssen die Gräben von breiten Randstreifen gesäumt oder durch Feldhecken gegen Einflüsse aus der Ackerbewirtschaftung abgesichert sein. RIEMANN fordert daher für solche Bereiche eine den regionalen Bedingungen angepaßte Pflege unter Beteiligung des behördlichen und privaten Naturschutzes.

2.20 Sand-, Kies- und Lehmgruben

Abgrabungs- und Abbaugelände sind maschinell geschaffene Hohlformen, die sich in erster Linie nach dem jeweils vorwiegend entnommenen Material unterscheiden, weswegen wir von Sand-, Kies-, Ton- und Lehmgruben sprechen. Gruben sind Landschaftselemente, die vom Menschen geschaffen sind. Manchem mögen sie als »hässliche Wunden« in der Landschaft erscheinen, die möglichst rasch beseitigt werden sollten. Für die Erhaltung gefährdeter Pflanzen und Tiere haben sie aber eine hohe Bedeutung, wie schon vielfach betont wurde (u. a. HAESELER 1972, KREBS & WILDERMUTH 1975, PLACHTER 1983, WILDERMUTH & KREBS 1983), dennoch mangelt es immer noch an der praktischen Umsetzung zugunsten des Artenschutzes. Gruben können sich nämlich zu hochwertigen »Lebensräumen aus zweiter Hand« entwickeln. Vor allem ältere, sich selbst überlassene Gruben sind oft wertvolle Lebensraum-Inseln inmitten einer intensiv genutzten und ökologisch verarmten Agrarlandschaft.

Auf relativ kleiner Fläche können eine Vielzahl unterschiedlicher Kleinlebensräume mosaikartig

kombiniert sein: seichte Tümpel, feuchte, wechsel-trockene und trockene Sand-, Kies- und Lehmflä-chen, größere Gesteinsbrocken (Findlinge oder er-ratische Blöcke) oder Steinhäufen, Böschungen und Steilwände mit unterschiedlichen Expositionen, Ru-deralstellen, schütterer Magerrasen, Gebüsche aus Weichhölzern (Weiden), Brombeergestrüppe, ge-legentlich auch Baumstrünke und altes Nutzholz. Ab-baustellen zeigen also einen kleinräumigen Wechsel unterschiedlicher Umweltbedingungen. Trocken-standorte grenzen unmittelbar an wechselfeuchte Bereiche oder nasse Areale, humusreiche (nähr-stoffreiche) Ablagerungen finden sich neben hu-musfreien (nährstoffarmen) Sand-, Kies- oder Lehm-bereichen. Dazu kommen wechselnde Beson-nungs- und Windverhältnisse.

2.20.1 Sand- und Kiesgruben

Sand- und Kiesgruben liefern Rohstoffe für die Bauwirtschaft. Ihr Material stammt größtenteils aus tertiären bzw. quartären Ablagerungen, z.B. eiszeitlicher Flüsse. Sie finden sich in Baden-Württemberg daher vorwiegend in den Talauen der großen Flüsse Rhein, Neckar und Donau, im tertiä-

ren Hügelland Oberschwabens im Ablagerungsbe-reich eiszeitlicher Gletscher und im Ellwanger Raum. Allein in Baden-Württemberg gibt es nach der Erhebung der Landschaftseingriffe 1975/78 ins-gesamt 3069 Abbaugelände (Steinbrüche einge-schlossen) mit einer Größe über 0,1 ha und einer Gesamtfläche von 10904 ha (Landesanstalt für Um-weltschutz Baden-Württemberg 1980).

Die Vegetation aufgelassener Kiesgruben kann ungemein vielfältig sein. Besonders reich vertreten sind Erstbesiedler offener oder gestörter Stellen. Unter diesen Pionierpflanzen finden sich zahlreiche Ruderalpflanzen, die Trockenheit und Wärme lie-ben, sowie Ackerwildkräuter magerer und nähr-stoffreicher Böden. Außerdem siedeln hier auch Pflanzen trockener Magerwiesen, warmer Waldrän-der und steiniger Hänge. Viele dieser Pflanzen, von denen nachfolgend nur eine kleine Auswahl aufge-zählt werden kann, sind hervorragende Nahrungs-quellen für Wildbienen: Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), Acker-Hellerkraut (*Thlaspi arvense*), Acker-Senf (*Sinapis arvensis*), Wegrauke (*Sisymbrium officinale*), Gewöhnliches Barba-ra-kraut (*Barbarea vulgaris*), Wilde Resede (*Reseda lutea*), Kriechendes Fingerkraut (*Potentilla rep-tans*), Gänse-Fingerkraut (*Potentilla anserina*),



Vegetationsarme, stark besonnte Bereiche in Sandgruben sind unverzichtbare Nistplätze für viele erdbewohnende Wildbienen.



Sandige Steilwände dienen nicht nur der Uferschwalbe als Nistplatz, sondern auch zahlreichen Steilwandspezialisten unter den Wildbienen und anderen Stechimmen.

Wiesen-Salbei (*Salvia pratensis*), Natterkopf (*Echium vulgare*), Rundblättrige Glockenblume (*Campanula rotundifolia*), Rapunzel-Glockenblume (*Campanula rapunculus*), Später Zahntrost (*Odontites rubra*) Weißer Steinklee (*Melilotus alba*), Echter Steinklee (*Melilotus officinalis*), Hornklee (*Lotus corniculatus*), Wilde Platterbse (*Lathyrus sylvestris*), Knollen-Platterbse (*Lathyrus tuberosus*), Vogel-Wicke (*Vicia cracca*), Wilde Möhre (*Daucus carota*), Pastinak (*Pastinaca sativa*), Gewöhnliche Kratzdistel (*Cirsium vulgare*), Kleines Habichtskraut (*Hieracium pilosella*), Gewöhnliches Bitterkraut (*Picris hieracioides*), Wegwarte (*Cichorium intybus*), Geruchlose Kamille (*Tripleurospermum indodorum*).

An Kiesentnahmestellen der Oberrheinebene konnten sich nach einem Pionierstadium mit Wilder Möhre (*Daucus carota*) und Rispen-Flockenblume (*Centaurea paniculata*) sogar Volltrockenrasen entwickeln (GÖRS 1974, WITSCH 1980) mit Berg-Gamander (*Teucrium montanum*) und Edel-Gamander (*Teucrium chamaedrys*). Frische Flächen in den Gruben werden von dichten Herden des Rainfarns (*Tanacetum vulgare*) eingenommen. An feuchten Stellen sind Blutweiderich (*Lythrum salicaria*) und Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*) anzutreffen.

Weidengebüsche enthalten z.B. Grau-Weide (*Salix cinerea*) oder Purpur-Weide (*Salix purpurea*). Trockene, besonnte Flächen in reinen Sandgruben werden von Arten der Sand-Magerrasen besiedelt wie Berg-Sandrapunzel (*Jasione montana*), Hasenklee (*Trifolium arvense*) und Kleines Habichtskraut (*Hieracium pilosella*). Diese Magerrasen können sich sehr lange halten. Ältere Sandgruben mit ihren großen Herden von Heidekraut (*Calluna vulgaris*) oder Besenginster (*Cytisus scoparius*) erinnern an die Sandheiden.

Sand- und Kiesgruben haben manches gemeinsam mit den natürlichen Flußauen, die es heute kaum noch gibt. Trockene und wechselfeuchte Rohbodenstandorte entsprechen Sand- und Kiesbänken, vertikale Erdaufschlüsse entsprechen Uferabbrüchen, Ablagerungen von Wurzelstöcken und dickstämmigem Totholz entsprechen dem Schwemmholz der Auen, Weidengebüsche erinnern an die Weichholzauen. Gruben sind daher wertvolle Rückzugsgebiete für eine erstaunliche Fülle von Bienenarten, die speziell an trockene oder an die Vernetzung trockener und feuchter Standorte gebunden sind. Gruben können daher zumindest teilweise Ersatzlebensräume für verlorengegangene Flußauenlandschaften bilden, vorausgesetzt, sie



Eine Nestansammlung der Sandbiene *Andrena cineraria* in einer aufgelassenen Sandgrube.

werden vor anderer Nutzung bewahrt, entsprechend für Naturschutzzwecke gesichert und gepflegt. Vollwertiger Ersatz für unberührte Wildflußgebiete können sie allerdings niemals sein.

Die Zerstörung der Flußauen durch die Flußbegradigungen ab Mitte des vorigen Jahrhunderts hat Arten verdrängt, die primäre Bewohner der Wildflußgebiete sind. Solche Arten besitzen eine hohe Ausbreitungstendenz, weil sie eng an sehr dynamische, nur kurzzeitig vorhandene Lebensstätten angepaßt sind. Da die primären Lebensräume (z. B. Wildflußufer, Prallhänge, Uferabbrüche, Kieschüttungen) nicht mehr existieren, sind diese Arten gefährdet, wenn nicht ständig sekundär neue Lebensräume entstehen. Hier bieten Sand- und Kiesgruben und in mancher Hinsicht auch Hochwasserdämme einen gewissen Ersatz. Zahlreiche Bienenarten sind nämlich als Erstbesiedler (Pioniere) auf immer wieder neu entstehende, vegetationsfreie Flächen angewiesen, weil ihre ökologischen Ansprüche eine hohe Dynamik ihres Lebensraums fordern. Solche Arten sind z. B. die Seidenbiene *Colletes cunicularius* und die Sandbiene *Andrena vaga*. Aber nicht nur Pioniere, sondern auch Bienenarten der Magerrasen, Wiesen oder anderer Lebensräume des Offenlandes finden hier oft günstige Lebensbedin-

gungen vor und stellen sich daher nach geraumer Zeit von selbst ein, sofern sie in der näheren Umgebung noch vorkommen. Eine artenreiche Besiedlung ist demnach nur dann zu erwarten, wenn auch die Umgebung noch reich gegliedert ist. Je nach Substrat, Struktureichtum, Blütenangebot innerhalb und außerhalb der Gruben sowie zur Verfügung stehender Besiedlungszeit ist die Fauna trockener Abbaugelände unterschiedlich ausgebildet und zusammengesetzt. Die einzelnen Bienenarten erreichen ihre optimale Entfaltung mit hoher Individuendichte in verschiedenen Sukzessionsstadien. Zu den Erstbesiedlern gehören, wie schon erwähnt, die Seidenbiene *Colletes cunicularius* und die Sandbiene *Andrena vaga*, die beide in hoher Populationsdichte auftreten können. Diese Arten können auf Dauer nur dann in Sand- und Kiesgruben erhalten werden, wenn immer wieder geeignete Nistplätze in frühen Sukzessionsstadien angeboten werden. Die Artenzahl nimmt zwar mit dem Alter der Gruben zu, damit kann aber gleichzeitig ein Verlust der Pionierarten einhergehen, also solcher Arten, die in der heutigen Kulturlandschaft kaum noch geeignete Lebensräume vorfinden.

Untersuchungen der Bienenfauna von Sand- und Kiesgruben liegen aus verschiedenen Gebieten

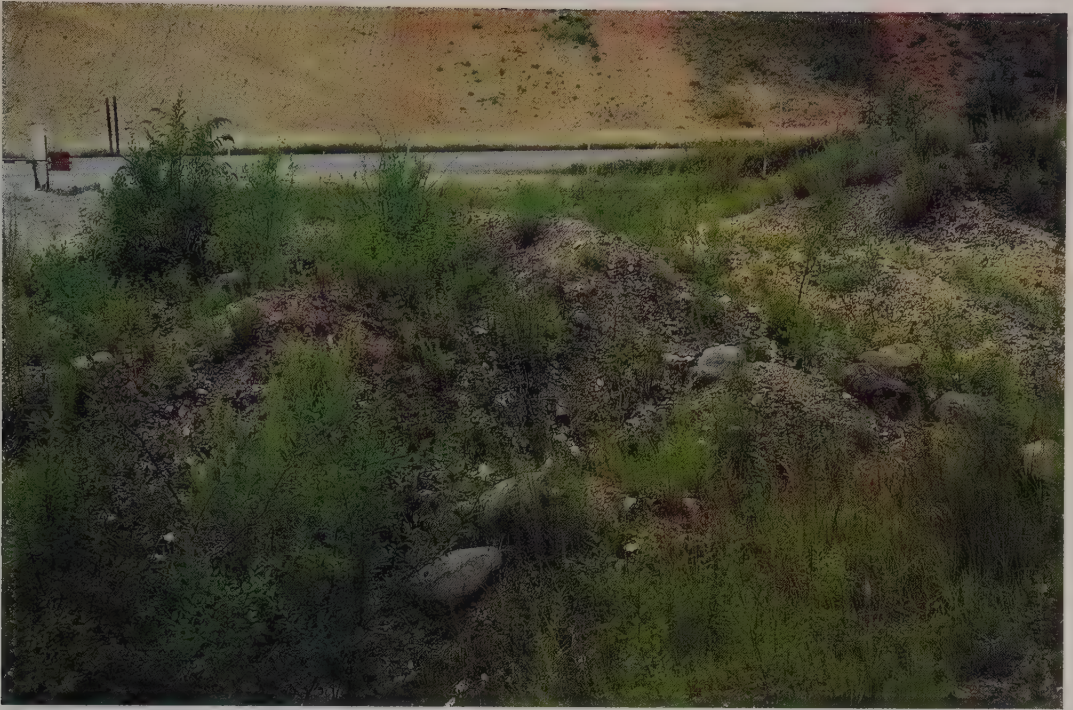


Weidengebüsche und vegetationsarme Böschungen sind für aufgelassene Kiesgruben in einem frühen Sukzessionsstadium kennzeichnend. Lebensraum von Pionieren wie der Sandbiene *Andrena vaga* und der Seidenbiene *Colletes cunicularius*.

Deutschlands vor. In 10 Sand- und Kiesgruben der Region Donau/Iller wurden 120 Bienenarten nachgewiesen, darunter enthielt eine Sandgrube 50 Arten (SCHMID 1987). In zwei bayrischen Kiesgruben wurden 21 bzw. 25 Bienenarten, in einer Sandgrube 58 Arten beobachtet (PLACHTER 1983). In einer Kiesgrube in Schleswig-Holstein, die schon 15 Jahre stillgelegt und nicht rekultiviert worden war, konnten 88 Bienenarten festgestellt werden (HAESELER 1972). Auch ich selbst konnte im Laufe der Jahre die Bienenfauna einer ganzen Reihe von Sand- und Kiesgruben untersuchen und war von der großen Artenfülle beeindruckt.

Von Sand- und Kiesgruben profitieren am meisten grabende Formen, die oft sandliebend sind oder z.T. ausschließlich in sandigem Boden ihre Nestgänge graben. Daher haben kleine Sandgruben, auch wenn sie nahezu vegetationsfrei sind, immer noch als Nistplatz eine wichtige Funktion, weil ja die Nahrungsräume unter Umständen außerhalb der Grube liegen können (z.B. Weidengebüsche, Auwälder, Waldränder, Hochwasserdämme). Solche nur im Sandboden (gelegentlich auch in sandigem Lockerlöß) nistende Arten sind die Sandbienen *Andrena argentata* (Flugsand) und

A. apicata (v.a. in Norddeutschland), die Pelzbiene *Anthophora bimaculata*, die Hosenbiene *Dasypoda hirtipes*, die Furchenbienen *Lasioglossum prasinum* (Flugsand), *L. quadrinotatum* und *L. sexstrigatum* sowie die Blattschneiderbienen *Megachile leachella* (Flugsand) und *M. maritima*. Steilwandbewohner finden in den senkrechten Abbruchkanten im oberen Hangbereich oder in Steilwänden geeignete Nistplätze. Dort nisten in selbstgegrabenen Höhlungen v.a. die Seidenbiene *Colletes daviesanus*, die Pelzbiene *Anthophora acervorum* und die Furchenbiene *Lasioglossum limbellum*, die bei ungestörter Entwicklung im Verlauf einiger Jahre hohe Nestdichten erreichen können. An ihren Nestern fliegen auch die entsprechenden Kuckucksbienen wie die Filzbiene *Epeolus variegatus* (Wirt: *Colletes daviesanus*) und die Trauerbiene *Melecta punctata* (Wirt: *Anthophora acervorum*). In niedrigen, sandigen Abbruchkanten wurden die Sandbiene *Andrena nycthemera* und die Hosenbiene *Dasypoda hirtipes* beim Nestbau beobachtet. Aber auch bodenbewohnende Arten, die hinsichtlich des Substrates nicht so spezialisiert sind, finden in Gruben günstige Nistbedingungen vor und können dann ebenfalls in großen Aggregationen auftreten, z.B. die Sandbienen *An-*



Trockene, vegetationsarme Bereiche in einer aufgelassenen Kiesgrube im Hegau. Lebensraum der Mörtelbiene *Megachile parietina*, die hier an Findlingen ihre Nester baut und an großen Hornklee-Beständen in anderen Teilen der Grube ausreichend Nahrung findet.

drena cineraria, *A. flavipes* und *A. praecox*, die Furchenbiene *Halictus sexcinctus* sowie die Zottelbienen *Panurgus banksianus* und *P. calcaratus*. In verlassenen Nestern anderer erdbewohnender Bienen nistet die Maskenbiene *Hylaeus variegatus*. Die im Erdboden nistenden Arten überwiegen deutlich gegenüber den oberirdisch nistenden Arten.

Vor allem bei Trockenbaggerung entstehen günstige Nistbedingungen für Bienen, bei Naßbaggerung nur dann, wenn Steilwände oder Böschungen nach der Auflassung unangetastet bleiben. Den oberirdisch nistenden Arten bieten Kiesgruben ebenfalls Nistgelegenheiten, die abhängig sind von dem jeweiligen Strukturangebot. Die Mauerbiene *Osmia anthocopoides* und die Mörtelbiene *Megachile parietina* bauen ihre Nester an Findlingen (selten und nur in Süddeutschland). In ausgehöhlten Zweigen trockener Brombeerranken nisten verschiedene Maskenbienen wie *Hylaeus brevicornis* und *H. communis*, die Mauerbienen *Osmia leucomelana* und *O. claviventris* und die Keulhornbiene *Ceratina cyanea*. Abgeblühte und vertrocknete Königskerzen wählt die Mauerbiene *Osmia tridentata* als Nistplatz (nur in Süddeutschland). In leeren Schneckenhäusern nisten die Mauerbienen *Osmia aurulenta* und

O. bicolor. Umherliegende Baumwurzeln oder Holzbalken dienen den Blattschneiderbienen *Megachile centuncularis*, *M. versicolor* oder *M. willughbiella* als Nistgelegenheit. Die Harzbiene *Anthidium strigatum* klebt ihre Harzzellen an dürre Stengel oder Steine.

Da durch den Sand- und Kiesabbau eine große Zahl von Auwäldern oder anderer wertvoller Lebensräume zerstört wurden, besteht eine umso größere Verpflichtung, die Gruben nach Beendigung des Abbaus einer natürlichen Weiterentwicklung zu überlassen (Renaturierung) oder sie durch gezielte Gestaltungs- und Pflegemaßnahmen aus ökologischer Sicht für Ziele des Artenschutzes zu sichern. Statt dessen lastet auf Abbaugeländen der Druck verschiedenster Nutzungsformen wie Baden, Surfen, Angelsport, Moto-Cross, Anlage von Depo-nien, land- und fortwirtschaftliche Nutzung, dem unbedingt begegnet werden muß.

Die Bienen der Sand- und Kiesgruben sind hauptsächlich durch das Auffüllen (Erd- und Mülldeponien) und die anschließende Rekultivierung (Aufforstung, landwirtschaftliche Nutzung) bedroht. Rekultivierung nach den bisherigen land-schaftspflegerischen Grundsätzen hat in der Regel

eine deutliche Verminderung der Strukturvielfalt zur Folge. Hierunter fallen vor allem Bepflanzungen und Ansaaten, das Abflachen der Grubenwände und der Auftrag von humusreichem Oberboden. Daraus resultiert die vollständige Beseitigung wichtiger Kleinlebensräume und damit der schutzwürdigen Bienenarten. Der Verzicht auf Rekultivierung und Nutzung von Gruben stellt einen sehr bedeutsamen Beitrag zur Erhaltung von Wildbienen dar. Der Anteil nicht rekultivierter Gruben für Zwecke des Artenschutzes muß gegenüber den bisherigen Reservierungen wesentlich erhöht werden. Auch kleine Gruben (bäuerliche Entnahmestellen) sind erhaltenswert.

Aber auch wenn die Abbaubereiche unberührt bleiben, ändert sich ihr Artenbestand, weil sich offene Stellen mit der Zeit bewachsen. Durch die fortschreitende Vegetationsentwicklung werden zuerst die Pionierarten, später auch andere Offenlandsarten unter den Bienen verdrängt. Kiesgruben sind aber wertvolle Refugien für zahlreiche Bienenarten und müssen deshalb als Lebensraum erhalten bleiben. Durch gezielte Pflegemaßnahmen muß dafür gesorgt werden, daß verschiedene Sukzessionsstadien von völlig vegetationsfreien Arealen (Steilwände, horizontale Flächen) bis hin zu verbuschten Bereichen zur Verfügung stehen.

Wichtige Strukturen in Gruben sind: Steilwände am Grubenrand, vegetationsfreie bis vegetationsarme, ebene Sand-, Kies- und Lehmflächen, trockene, sonnenexponierte Hänge ohne Humusauflage, abgelagerte Wurzelstöcke und stärkeres Holz, Findlinge und Versumpfungszonen. Großflächigem Gehölzanflug (z.B. Weide) sollte frühzeitig (durch Ausreißen) entgegengewirkt werden. Wenn die krautige Pioniervegetation mehr als die Hälfte der Fläche bedeckt, sind Pflegemaßnahmen zur Schaffung neuer vegetationsfreier Flächen erforderlich. Hierzu genügt es, in größeren Zeitabständen auf Teilflächen die Vegetation abzuschieben. Noch vorhandene vegetationsfreie Stellen sind grundsätzlich von Eingriffen zu verschonen. Steilwände, die aus Gründen des Uferschwalben-Schutzes gepflegt werden, sollten keinesfalls auf einmal und vollständig abgestochen werden, sondern in kleineren Teilflächen in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren, damit die Lebensgemeinschaft der steilwandbewohnenden Bienen und Wespen nicht allzustark dezimiert wird.

Auf Sandäckern, sandigen Böschungen oder in aufgelassenen Sandgruben kann sich der Besenginster so stark ausbreiten, daß er dichte Bestände bildet. Aus Sicht des Wildbienenschutzes sind diese sehr artenarmen Bestände negativ zu bewerten. Der

Besenginster dient einzelnen Wildbienen nur gelegentlich als Nahrungsquelle, er verdrängt aber auf seinen Standorten andere für Wildbienen bedeutsame Blütenpflanzen und überwächst die Nistplätze. In Sandgebieten sollte deshalb ein großflächiges Aufkommen des Besenginsters verhindert werden, was durch Herausziehen der Sämlinge gut möglich ist.

Allgemein gültige Pflegepläne lassen sich nicht aufstellen. Pflegemaßnahmen sollten sich grundsätzlich an der örtlichen Situation und den Lebensraumsprüchen der anwesenden bzw. erwarteten Arten orientieren und müssen auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt bleiben. Die günstigste Zeit für solche Maßnahmen stellen die Monate September und Oktober dar.

Die Möglichkeit, daß sich Sand- und Kiesgruben zu wertvollen Lebensräumen entwickeln können, darf nicht als Alibi dienen, andere schützenswerte Landschaftselemente (Auwälder, naturnahe Flußauen, Feuchtwiesen, Binnendünen, Flugsandfelder) durch Abgrabungen zu zerstören. Im Einzelfall kann in großflächigen Kieferforsten der Oberrheinebene die Anlage kleiner Abgrabungen zugelassen werden, da hiermit eine Bereicherung der sehr eintönigen Nadelforsten verbunden sein kann. Die ökologischen Auswirkungen sind jedoch vorher zu prüfen.

2.20.2 Ton- und Lehmgruben

In manchen Gruben wird auch Ton und Lehm als Rohmaterial für Ziegeleien gegraben. Ton- und Lehmgruben gehen oft auf eiszeitliche Bildungen zurück, z.B. glaziale Seeablagerungen und verschwemmte Grundmoränen der Gletscher oder sind Sedimente des Braunen Jura. In Baden-Württemberg liegen sie mehr oder weniger über das ganze Land verstreut.

Vor allem die Lehmgruben weisen oft eine Vielfalt an Kleinlebensräumen auf engem Raum auf: Flachgewässer, Ruderalstellen, Abraumhügel, Steilwände, Röhrichte, Brombeerhecken und Weidengebüsche. Die Vegetation aufgelassener Lehmgruben kann je nach standörtlichen Verhältnissen und Dauer der ungestörten Entwicklung wie bei den Kiesgruben sehr vielfältig sein. Sie enthält stets auch für Wildbienen attraktive Arten der Ruderal- und Ackerwildkrautfluren oder des Grünlands wie z.B. Gewöhnliche Kratzdistel (*Cirsium vulgare*), Geruchlose Kamille (*Tripleurospermum indodorum*), Echte Kamille (*Matricaria chamomilla*), Rauhe Gänsedistel (*Sonchus asper*), Gewöhnliches Bitterkraut (*Picris hieracioides*), Gewöhnliche Schaf-



Abraumhügel und Ruderalstellen in einer aufgelassenen Lehmgrube.

garbe (*Achillea millefolium*), Huflattich (*Tussilago farfara*), Acker-Senf (*Sinapis arvensis*), Acker-Helikerkraut (*Thlaspi arvense*), Hirtentäschel (*Capsella bursa-pastoris*), Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), Natterkopf (*Echium vulgare*), Wilde Resede (*Reseda lutea*), Weißer Steinklee (*Melilotus alba*), Wilde Möhre (*Daucus carota*), Pastinak (*Pastinaca sativa*), Klatsch-Mohn (*Papaver rhoeas*), Rote Taubnessel (*Lamium purpureum*), Hornklee (*Lotus corniculatus*), Weißklee (*Trifolium repens*), Später Zahntrost (*Odontites rubra*) und Wiesen-Knautie (*Knautia arvensis*). Am Rande von Flachgewässern sind oft Blutweiderich (*Lythrum salicaria*) und Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*) anzutreffen. Während der gesamten Vegetationsperiode steht den Bienenarten der Lehmgruben also ein reichhaltiges Nahrungsangebot zur Verfügung.

Über die Bienenfauna von Lehmgruben gibt es einige detaillierte Bestandsaufnahmen. Doczkal (mündl. Mitt. 1988) wies in einer südlich von Karlsruhe in der Vorbergzone gelegenen Lehmgrube, die seit rund 20 Jahren unberührt geblieben war, 101 Bienenarten nach. PLACHTER (1983) verzeichnet für eine Tongrube im Norden von München 61 Bienenarten. Auch ich selbst konnte im Laufe der vergangenen Jahre die hochinteressante Fauna einer Reihe von alten Lehmgruben studieren.

Sandliebende Arten treten in ihnen wegen des fehlenden Sandsubstrats nicht auf. Deswegen sind diese Gruben aber nicht weniger bedeutsam, da es auch viele Bienenarten gibt, die in lehmigen Substraten ihre Nester bauen. Besonnte Abraumhügel, die nur schütter bewachsen sind, bieten günstige Nistgelegenheiten für erdbewohnende Arten. Diese Arten können dann in hoher Populationsdichte auftreten wie z.B. die Sandbiene *Andrena polita* mit ihrem Kuckuck, der Wespenbiene *Nomada pleurosticta* oder die Furchenbiene *Lasioglossum malachurum* mit ihrem Kuckuck, der Blutbiene *Sphecodes monilicornis* und zahlreiche andere Arten. In trockenen Lehmritzen baut die Wollbiene *Anthidium punctatum* ihre Nester. In den Steilwänden nisten die Seidenbiene *Colletes daviesanus*, die Pelzbiene *Anthophora acervorum* und vereinzelt auch die Sandbiene *Andrena agilissima*. Trockene Stengel von Königskerzen und Disteln oder dürre Ranken von Brombeeren dienen Bewohnern markhaltiger Stengel zur Nestanlage.

Wie Sand- und Kiesgruben können auch Lehmgruben für jene Bienenarten Refugialfunktion haben, die in der heutigen, intensiv genutzten Agrarlandschaft keine Existenzmöglichkeiten mehr vorfinden. Es sei besonders betont, daß alte Lehmgruben, die bereits vor 1960 aufgelassen wurden, als



Steilwand in einer Lehmgrube der Schwarzwaldvorbergzone. Hier nisten u.a. die Pelzbiene *Anthophora acervorum* und die Mauerbiene *Osmia cornuta*.

die Agrarlandschaft noch wesentlich wildbienenreicher war, besonders wertvoll sind, weil zur Zeit der Auffassung die Besiedlungsmöglichkeiten aus der Umgebung der Gruben unvergleichlich günstiger waren als sie es heute sind. Werden Gruben, die mitten in einer ausgeräumten Landschaft liegen, wo es heute kaum noch Wildbienen gibt, aufgelassen, dauert ihre Besiedlung wesentlich länger und ihre Artenvielfalt ist bei weitem nicht so groß. Die Erhaltung altaufgelassener Gruben sollte also klaren Vorrang vor der Unterschutzstellung junger Gruben haben. Die Gefährdung der Lehmgruben und die aus der Sicht des Bienen-Artenschutzes notwendigen Entwicklungsziele entsprechen weitgehend denen der anderen Grubentypen.

2.21 Steinbrüche

Steinbrüche sind wie Gruben maschinell geschaffene Hohlformen und Abbaustätten von Gesteinen, wie Muschelkalk, Weißjura, Buntsandstein, Granit oder vulkanische Gesteine. Wie im Falle der Gruben werden auch Steinbrüche von vielen Menschen als störende Elemente im Landschaftsbild betrachtet,

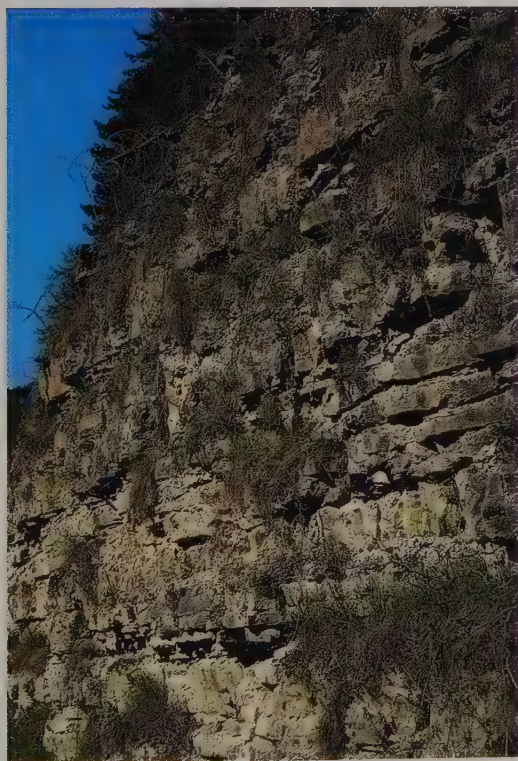
die baldmöglichst beseitigt gehören. Die Bedeutung alter Steinbrüche für die Arterhaltung wird aber leider häufig unterschätzt (vgl. BRANDES 1979a).

Die Vegetation von Steinbrüchen setzt sich vor allem zusammen aus Arten der Felsgrus- und Felsbandgesellschaften sowie der Ruderalgesellschaften. Vor allem Natterkopf (*Echium vulgare*), Weißer Steinklee (*Melilotus alba*), Hornklee (*Lotus corniculatus*) und Mauerpfeffer- (*Sedum*-)Arten treten oft in großen Beständen auf.

Mit Wildbienen besiedeln sich Steinbrüche nicht so schnell wie z. B. Sand- oder Kiesgruben, sie sind auch nicht so reich an Bienenarten, dafür enthalten sie aber Arten mit sehr speziellen Ansprüchen. In der Regel können Steinbrüche nur von oberirdisch nistenden Arten besiedelt werden, weil grabende Formen kaum geeignete Substrate finden. Daher stellen sich v. a. Arten ein, die ihre Nester an Felsen oder Steine mörteln wie die Mauerbiene *Osmia anthocopoides* oder (selten) die Mörtelbiene *Megachile parietina*. In Vertiefungen von Felsen oder Felsspalten nistet die Mauerbiene *Osmia mustelina*. In Steinspalten baut die Wollbiene *Anthidium manicatum* und in Höhlungen die Mauerbiene *Osmia villosa*. Auf den Abraumhalden nutzen die Mauerbienen *Osmia aurulenta*, *O. bicolor*, *O. rufohirta* und

gelegentlich auch *O. andrenoides* die leeren Schneckenhäuser zur Nestanlage.

Steinbrüche werden wie Gruben als willkommene Hohlformen zur Beseitigung von Müll oder Erdaushub begriffen. GERMAN (1980), der das Stehenlassen von Felswänden abgebauter Steinbrüche als Verfälschung des Landschaftscharakters sieht, fordert, diese geomorphologisch sinnvoll wieder in ihre umgebende Landschaft einzugliedern. So hält er auch alte Materialentnahmestellen, die aus Sicht des Wildbienenschutzes gerade besonders wertvoll sein können, für die Beseitigung von Bauaushub oder für die Anlage von Deponien geeignet. Wie bei den Gruben sollte aber auch bei Steinbrüchen, wenn immer möglich, auf eine (wenn auch oft gutgemeinte) Rekultivierung verzichtet werden. Für das sich selbst Überlassen bieten sich vor allem kleinere Steinbrüche an, bei denen der Gesteinsabbau schon lange beendet ist. Auf jeden Fall sollten vor jeder Rekultivierungsplanung Bestandsaufnahmen der Pflanzen- und Tierwelt durchgeführt werden, um zu prüfen, ob nicht aus Gründen des Artenschutzes eine Erhaltung vorrangig ist.



Aufgelassene Steinbrüche sind zwar nicht sehr wildbienenreich, dafür bieten sie aber einigen Bienenarten mit sehr speziellen Ansprüchen günstige Lebensbedingungen.

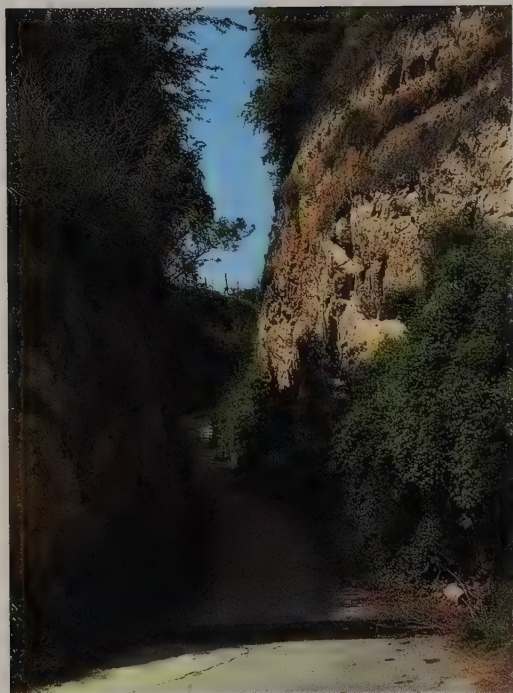
2.22 Hohlwege

Unbefestigte Wege und Pfade, welche die Lößgebiete erschließen, sind erosionsanfällig. Die Wegoberfläche ist durch das Begehen und Befahren verdichtet, Wasser fließt demnach bevorzugt oberflächlich ab. Das Lößmaterial wird bei jedem Regen in den vorgegebenen Rinnen ausgewaschen. Diese tiefen sich ein und es entsteht ein Hohlweg. Durch seine Beschaffenheit und Struktur (s. Kap. 1.6) ist der Löß besonders geeignet für die Ausbildung solcher Hohlformen, die ohne die Tätigkeit des Menschen nicht entstanden wären. »Mensch, Tier und Wagenrad zerstören laufend das Lößgefüge, und das abfließende Oberflächenwasser nimmt den zu Mehl gemahlenen Löß spielend mit. Je mehr ein solcher Weg benutzt wird und je größer sein Gefälle ist, um so stärker ist die Abtragung und um so tiefer wird der Hohlweg« (SCHOTTMÜLLER nach SCHENKEL & FREY 1985).

Hohlwege sind also geomorphologische und gleichzeitig anthropogene Landschaftselemente. Ihre beste Ausbildung in Südwestdeutschland erhalten sie in Lößgebieten wie dem Kaiserstuhl oder dem Kraichgau, wo sie ausgesprochen typisch sind. Im Kaiserstuhl erreicht der eindrucksvollste noch vorhandene Hohlweg Deutschlands, der von Bickensohl zum Scheibenhartd führt, an seiner tiefsten Stelle 13 m. Im Kraichgau, wo nach SCHENKEL & FREY (1985) bei einer Kartierung 128 Hohlwege mit einer Gesamtlänge von 32 km erfaßt wurden, liegt die durchschnittliche Länge eines Hohlweges bei 250 m, ihre Tiefe kann bis zu 8 m betragen (z. B. am Galgenberg nördlich von Oberöwisheim).

Im typischen Fall weist das Querprofil der Hohlwege vier Elemente auf: (1) die überstehende Geländeoberkante, (2) die senkrechte Lößwand, (3) die Lößböschung, (4) die Sohle. Diese Kleinstandorte können jeweils eine sehr unterschiedliche Pflanzenwelt aufweisen.

Die Hohlweg-Vegetation des Kaiserstuhls hat WILMANNs beschrieben (WILMANNs et al. 1977). Das Vegetationsmosaik wird v. a. durch die Expositionsunterschiede bestimmt. An den oberen Kanten finden wir typische Gebüsch aus Liguster (*Ligustrum vulgare*), Berberitze (*Berberis vulgaris*), Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Heckenrose (*Rosa canina*), Weißdorn (*Crataegus monogyna*), verwilderter Sauerkirsche (*Prunus cerasus*), selten auch Strauch-Kronwicke (*Coronilla emerus*) und Blasenstrauch (*Colutea arborescens*). Am Rande der Gebüsch wachsen Saumarten wie Wald-Anemone (*Anemone sylvestris*), Dost (*Origanum vulgare*), Si-



Markanter Hohlweg bei Bickensohl im südlichen Kaiserstuhl.

chelblättriges Hasenohr (*Bupleurum falcatum*), Blut-Storchschnabel (*Geranium sanguineum*) und Acker-Glockenblume (*Campanula rapunculoides*). Dazu kommen Rundblättrige Glockenblume (*Campanula rotundifolia*), Dolden-Habichtskraut (*Hieracium umbellatum*), Bitterkraut (*Picris hieracioides*) und Wald-Hahnenfuß (*Ranunculus nemorosus*). An steilen, südexponierten Flanken gedeihen Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen. Auch charakteristische Pionierpflanzen, wie wir sie an den freistehenden Lößwänden der Weinbergterrassen antreffen, siedeln hier (s. Kap. 2.23.2.).

Die Oberkanten oder Böschungen der Kraichgau-Hohlwege können von Bäumen oder Gebüsch bestanden und damit recht schattig sein. Wo sie aber sonnenexponiert sind, findet sich eine Vegetation, die je nach angrenzender Nutzung Arten der Magerrasen, Wiesen oder Äcker enthält. Leider sind viele Hohlwege im Kraichgau zur Böschungssicherung oder zur Verbesserung der Honigbienentracht mit Robinien (*Robinia pseudacacia*) bepflanzt worden. »Nach Erzählungen alter Ortskundiger hatte ein Imker immer Robiniensamen in seiner Hosentasche, die er beim Spaziergang mit seinem Stock in das Erdreich der Hohlwegböschung drückte« (SCHENKEL & FREY 1985). Unter einem Robinien-

bestand ist die Krautschicht ausgesprochen artenarm. Nur wenige stickstoffliebende, für Wildbienen als Nahrungsquellen nicht geeignete Ruderalpflanzen, wie Brennessel (*Urtica dioica*), Schöllkraut (*Chelidonium majus*) oder Holunder (*Sambucus nigra*) vermögen hier noch zu gedeihen.

Für einen Hohlweg im Bonner Stadtgebiet führt KRAUSE (1979) rund 80 Pflanzenarten auf. Nach LOHMEYER & PRETSCHER (1982) betrug das floristische Inventar eines ebenfalls in Bonn gelegenen Lößhohlweges sogar 140 Pflanzenarten. Solch ein Artenreichtum bedingt natürlich auch ein gutes Nahrungsangebot für Wildbienen. Hohlwege können Ersatzlebensräume für die durch Verbauung verloren gegangenen Uferabbrüche und Steilufer sein. Für die Besiedlung durch Wildbienen kommen aber vorwiegend nur Abschnitte in Frage, die zumindest einige Stunden täglich von der Sonne beschienen werden. Im wesentlichen gleicht dann ihre Besiedlung der von Lößwänden terrasierter Hänge (vgl. Kap. 2.23.2.). KUNZ (1981) hat die Stechimmen von zwei Lößhohlwegen im Kraichgau/Baden untersucht und 50 Bienenarten festgestellt. Dabei handelte es sich teilweise um typische Lößwandbesiedler, teilweise um Arten, die im Lockerlöß der Böschung oder in der verlehmtten Sohle nisten oder um Bewohner von Fraßgängen in altem Holz oder dürrn Pflanzenstengeln, Strukturen, die oft auch im Bereich der Hohlwege zu finden sind. Manche Bienenarten traten lediglich als Nahrungsgäste auf.

Die wichtigsten Gefährdungsursachen der Hohlwege sind die Aufgabe der Nutzung als Weg, die Verfüllung durch Schutt und Müll, vor allem aber die Flurbereinigungen der letzten drei Jahrzehnte. Ähnlich wie im Kaiserstuhl wurde auch in manchen Teilen des Kraichgaus kein einziger Hohlweg verschont, was nicht nur zu einer Veränderung des Landschaftsbildes führte, sondern auch zu einer enormen ökologischen Verarmung. Es bleibt nur die Hoffnung, daß in Zukunft Hohlwege von Flurbereinigungsmaßnahmen verschont bleiben. Auch die Befestigung der Wegsohle als Erosionsschutz (Verschotterung, Asphaltierung) bedroht die Hohlwege, weil nur eine offene Wegsohle sich weiterhin eintiefen kann. Voraussetzung für einen langfristigen Schutz der Hohlwege ist ihre Eingliederung in das Wegenetz und eine standortgerechte Pflege, die auch weiterhin ein Vegetationsmosaik ermöglicht. Immerhin gab es 1978 z.B. im Kaiserstuhl noch rund 100 Hohlwege mit etwa 26 km Gesamtlänge (FISCHER 1982), die es zu erhalten gilt. Hohlwege mit einer charakteristischen Flora und Fauna sollten, falls noch nicht geschehen, als Naturdenkmale ausgewiesen werden.

2.23 Vegetationsarme und -freie und andere Kleinstrukturen

Zwar wurde bei der Besprechung der verschiedenen Lebensräume immer wieder die Notwendigkeit der Vernetzung von Teillebensräumen und die Bedeutung bestimmter Requisiten betont, es erscheint jedoch angebracht, nochmals in einem eigenen Kapitel auf Kleinstrukturen einzugehen. Schließlich spielen sie für viele Wildbienen eine ungeheuer wichtige Rolle.

2.23.1 Horizontale Erdaufschlüsse

Zahlreiche erdbewohnende Bienenarten der verschiedensten Gattungen sind auf offene, mehr oder weniger horizontale oder nur schwach geneigte Bodenstellen mit fehlendem oder spärlichem Bewuchs zur Nestanlage angewiesen. Dies können Bodenaufschlüsse aller Art sein: Abraumflächen, Aufschüttungen, unbefestigte Wege oder Wegränder, Sand-

wege, vegetationsfreie Uferzonen und ähnliche Strukturen. Selbst ein hervorragend ausgeprägter Magerrasen oder eine bunte Wiese nützt vielen Bienenarten nichts, wenn die Nistplätze in der Umgebung fehlen. Ein dichtes Netz solcher Kleinstrukturen ist aus Gründen des Wildbienenschutzes daher unverzichtbar. Wo diese, z. B. im Rahmen von Flurbereinigungsmaßnahmen, beseitigt wurden, ist für ein neues Nistplatz-Angebot zu sorgen. Da es sich meist um dynamische Teillebensräume handelt, sind in Sand-, Kies- und Lehmgruben offene Bodenstellen, die eine Flächengröße von 200 Quadratmeter nicht unterschreiten sollten, durch gezielte Pflegemaßnahmen (Bodenverwundungen, Umlagerungen) periodisch neu zu schaffen (s. Kap. 2.20).

2.23.2 Vertikale Erdaufschlüsse

Gegenüber der Umgebung zeichnen sich diese Teillebensräume, zu denen Abbruchkanten und Steilwände gehören, durch Betonung der Vertikalen,



Große Nestansammlung der Sandbiene *Andrena vaga* mit Hunderten von Nestern auf wenigen Quadratmetern. Solche Stellen ohne jegliche Vegetation, hier am Rande eines Baggersees der Oberrheinebene, sind wichtige Nistplätze für zahlreiche erdbewohnende Wildbienen.



Auch in regelmäßig, aber nur extensiv begangenen Fußwegen nisten Bienen. Der hier durch einen Kaiserstühler Magerrasen führende (offizielle) Pfad beherbergt eine Nestansammlung der Furchenbiene *Lasioglossum albocinctum*.



Abbruchkanten an Böschungen und Wegen, und seien sie auch noch so klein, dienen verschiedensten Wildbienen als Nistplatz, vor allem, wenn sie mit blütenreichen Böschungen verzahnt sind.

stärkere Trockenheit (v. a. bei südlicher Exposition) und geringen Bewuchs aus. In Abhängigkeit von dem Substrat (Sand, Kies, Lehm, Löß) und der Exposition gibt es unterschiedliche Typen. Welche Bienenarten in welcher Dichte hier nisten, hängt auch von der Korngröße, der Härte des Bodenmaterials und dem Nahrungsangebot in der Umgebung ab. Einige Bewohner vertikaler Erdaufschlüsse besiedeln auch Lehmwände und lehmverfüllte Fugen von Trockenmauern im Siedlungsbereich.

Abbruchkanten

Kleine, oft nur 20–50 cm hohe Abbruchkanten sind für viele erdbewohnende Bienenarten bereits zur Nestanlage ausreichend. Vor allem in Sandgebieten, aber auch in Gebieten mit lehmigem Boden finden sich solche Kleinstrukturen häufig an Wegrändern und -einschnitten. Sie sind vor allem durch den Wegebau oder durch Abschrägen und Bepflanzen gefährdet und bei Flurbereinigungsmaßnahmen vielerorts bereits vollständig beseitigt worden.

Steilwände

Die Landschaft des Kaiserstuhls ist von alters her durch kleinflächige Rebterrassen gekennzeichnet, die durch eine Vielzahl von steilen Böschungen und

Lößwänden getrennt sind. Löß besitzt als ein »gewachsenes« Lockergestein eine hohe Standfestigkeit. Wildbienen können hier hervorragend ihre Nestgänge graben, ohne daß das umgebende Material die Nester verschüttet.

Lößwände zeichnen sich zwar durch weitgehende Vegetationslosigkeit aus, hervortretende Gesimse werden aber von einigen charakteristischen Pionierpflanzen besiedelt, im Kaiserstuhl z.B. von Wohlriechender Skabiose (*Scabiosa canescens*), Zypressen- und Steppen-Wolfsmilch (*Euphorbia cyparissias*, *E. seguieriana*), Edel-Gamander (*Teucrium chamaedrys*) und Skabiosen-Flockenblume (*Centaurea scabiosa*). Regelmäßig treten hier auch Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*), Tauben-Skabiose (*Scabiosa columbaria*), Rundblättrige Glockenblume (*Campanula rotundifolia*), Hufeisenklee (*Hippocrepis comosa*), Hornklee (*Lotus corniculatus*) und Sonnenröschen (*Helianthemum nummularium*) auf. Am Fuße der Lößwand sammelt sich herabgefallenes Lockermaterial, so daß der Wandfuß viel stärker bewachsen ist als die eigentliche Lößwand. In der Regel stellen sich hier Pflanzen der Ruderalfluren, der Wiesen oder Magerrasen ein.

Während die Lößwand auf der einen Seite nahezu vegetationslos ist, stellt sie auf der anderen Seite

einen unverzichtbaren Teilebensraum für viele Wildbienen, Grab-, Falten- und Wegwespen dar. MIOTK (1979a) beobachtete an den vom ihm im Kaiserstuhl untersuchten Lößwänden 82 Bienenarten. Nur ein Teil der von ihm aufgefundenen Arten sind echte Lößwandbewohner, nisten also hier oder schmarotzen bei diesen. Viele Arten nutzen die Wand auch als Schlafplatz, indem sie in verlassenen Stechimmen-Bauten ruhen, oder zum Aufheizen in den Morgenstunden. AERTS (1939a) fand an einer Lößwand im Vorgebirge bei Köln 49 Bienenarten. ROLLER (1936) stellte an Lößwänden des Bisamberges in Niederösterreich rund 110 Bienenarten fest. Die Ergebnisse dieser Autorin verglich TISCHLER (1951) mit eigenen Untersuchungen an Feinsand- und Lehmwänden in Norddeutschland. Bei der Wahl des Nistplatzes vieler erdbewohnender Bienen spielt die Härte des Substrates eine wichtige Rolle. Manche sind auf einen relativ harten Untergrund angewiesen, wie ihn z. B. der gewachsene Löß bietet. Zu diesen »Hartsubstratnistern«, wie MIOTK (1979a) sie nannte, die gleichzeitig vertikale Strukturen bevorzugen, gehören die Pelzbienen *Anthophora acervorum*, *A. aestivalis*, *A. fulvitaris*, *A. pla-*

giata und *A. quadrimaculata*, die Furchenbienen *Halictus quadricinctus*, *H. maculatus*, *Lasioglossum limbellum* und *L. parvulum* sowie die Seidenbiene *Colletes daviesanus*. Deren verlassene Nistgänge werden von Hohlraumbewohnern zur Nestanlage genutzt, z. B. von den Mauerbienen *Osmia adunca*, *O. cornuta* und *O. rufa* oder den Blattschneiderbienen *Megachile rotundata* und *M. willughbiella*. Auch die folgenden Futterparasiten dieser Bienenarten können hier angetroffen werden: die Trauerbienen *Melecta luctuosa* und *M. punctata*, die Fleckenbiene *Thyreus orbatus*, die Kegelbienen *Coelioxys quadridentata*, *C. rufocaudata* und *C. rufescens* sowie die Blutbiene *Sphecodes gibbus*. Zu den »Weichsubstratnistern«, die am Fuße der Lößwand nisten, zählen u. a. die Furchenbienen *Halictus sexcinctus* und *Lasioglossum nitidiusculum*, die Zottelbiene *Panurgus calcaratus*, die Blattschneiderbiene *Megachile circumcincta* und die Hosenbiene *Dasypoda hirtipes*. Nach FRIESE (1923) überwintert die Holzbiene *Xylocopa violacea* in Höhlungen von Lößwänden.

Im Kaiserstuhl mußte ein Großteil der jahrhundertealten Lößwände den Rebumlegungen weichen, wodurch die Populationen der hier nistenden Bie-



Rund 50 m lange, südostexponierte Lößwand im Kaiserstuhl. Hier nisten u. a. die Furchenbienen *Halictus quadricinctus*, *H. subauratus*, *Lasioglossum limbellum* und *L. parvulum*, die Pelzbienen *Anthophora acervorum* und *A. aestivalis*, die Blattschneiderbienen *Megachile willughbiella* und *M. rotundata* sowie die Zottelbienen *Panurgus calcaratus* und *P. dentipes*.

nen immense Verluste erlitten. Neben großflächigen Rebterrassen beherrschen jetzt riesige Lößböschungen das Landschaftsbild. Eine solche Umgestaltung der Landschaft war nur durch das hier mit einer großen Mächtigkeit anstehende Lockergestein, dem Löß, möglich. »Die neuen Böschungen können diesen Verlust nicht ausgleichen, da hier andere Ökosysteme vorliegen und sich bestenfalls Fragmentvarianten des Hartwandsystems kleinflächig erhalten können. Diese Anrisse im gewachsenen Löß, die sich bisweilen auch in den neuen Böschungen finden, sind darüber hinaus in ihrer Ausdehnung derart eingeschränkt, daß die auf den übrigen Teilen der Böschung sich einstellende Vegetation sie weitgehend überwuchern kann und damit den Lößwandtieren den Zugang unmöglich macht« (MIOTK 1979a). Wird die Mikrostruktur des Löß zerstört, und haften die einzelnen Lößkörner nicht mehr fest aneinander, wird aus dem Hartsubstrat ein Weichsubstrat mit weitreichenden Konsequenzen für die Tierwelt. Sehr wahrscheinlich ist durch den Verlust ihrer Nistplätze die letzte baden-württembergische Population der Pelzbiene *Anthophora fulvitaris* im Kaiserstuhl ausgestorben. Es ist deshalb notwendig, nach Möglichkeit sämtliche noch verbliebenen Steilwände im Kaiserstuhl (und anderswo) zu schonen und die besten Lößwände als Naturdenkmäler unter Schutz zu stellen. Dabei ist besonders auf Süd-, Südwest- und Südost- Exposition und die Erhaltung benachbarter Blütenhorizonte zu achten. Einer Beschattung durch Busch- oder Baumaufwuchs ist rechtzeitig durch geeignete Pflegemaßnahmen entgegenzuwirken.

Lehm- und Sandwände sind vor allem in Abbaubereichen zu finden. Je nach geographischer Lage, Alter, Mikrostruktur und Umfeld sind ähnliche Bienenarten wie bei den Lößwänden als Besiedler zu verzeichnen. Auch die Wurzelteller umgestürzter Bäume können, sofern sie von der Sonne beschienen werden, als »Mikrosteilwände« fungieren.

Zusammenfassend sei noch einmal betont, daß in den offenen Landschaften ein dichtes Netz vertikaler Erdaufschlüsse in Nachbarschaft zu blütenreichen Lebensräumen zu erhalten oder dort, wo es beseitigt wurde, neu zu schaffen ist.

2.23.3 Trockenmauern

Vor allem in den Steil- und Hanglagen der Wein- und Obstbaugebiete Süddeutschlands wurden zur Verhinderung der Erosion und zur besseren Bewirtschaftbarkeit Terrassen angelegt und durch trocken oder mit Erdschlamm aufgesetzte Stützmauern aus

behauenen oder unbehauenen Steinen gesichert. In Baden-Württemberg sind vor allem die Hänge des Neckars und seiner Nebenflüsse durch zahlreiche Trockenmauern charakterisiert, die dort flächenmäßig einen bedeutenden Lebensraum darstellen. So ging LINCK (1965) für den Stuttgarter Raum von 5000 Quadratmeter Mauerfläche je Hektar Rebfläche aus. Trockenmauern, deren Bau hohes handwerkliches Können erfordern, erinnern mit ihren bodengefüllten Mauerfugen und -ritzen gleichermaßen an vertikale Erdaufschlüsse wie an Felswände. Weinbergmauern weisen auf der Oberfläche ausgesprochen trockenwarme Bedingungen auf, während sie im Innern meist mäßig feucht sind. Exposition, Schichtung, verwendetes Baumaterial und Bewuchs bedingen eine Vielzahl verschiedener Typen.

Die Vegetation der Mauerkronen, -fugen und -füsse kann vielfältig und üppig sein. Am Tübinger Spitzberg wurde von mir 1987 in noch bewirtschafteten Weinbergen im Gipskeuper-Horizont an wenigen Trockenmauern mit einer Gesamtlänge von rund 100 m die erstaunliche Zahl von 64 Pflanzenarten festgestellt. Darunter waren folgende, für Wildbienen attraktive Nahrungsquellen: Felsen-Steinkraut (*Alyssum saxatile*), Blaukissen (*Aubrieta deltoidea*), Acker-Glockenblume (*Campanula rapunculoides*), Rundblättrige Glockenblume (*Campanula rotundifolia*), Acker-Winde (*Convolvulus arvensis*), Wilde Möhre (*Daucus carota*), Sichelmöhre (*Falcaria vulgaris*), Wald-Erdbeere (*Fragaria vesca*), Gundermann (*Glechoma hederacea*), Kleines Habichtskraut (*Hieracium pilosella*), Wiesen-Knautie (*Knautia arvensis*), Weißer Steinklee (*Melilotus alba*), Saat-Mohn (*Papaver dubium*), Frühlings-Fingerkraut (*Potentilla verna*), Kriechendes Fingerkraut (*Potentilla reptans*), Wilde Resede (*Reseda lutea*), Wiesen-Salbei (*Salvia pratensis*), Felsen-Fetthenne (*Sedum reflexum*), Aufrechter Ziest (*Stachys recta*), Edel-Gamander (*Teucrium chamaedrys*).

Trockenmauern sind für Wildbienen überwiegend Teillebensraum, sei es, daß sie hier nisten und die Nahrung für sich und ihre Brut in der Umgebung finden, sei es, daß sie das Blütenangebot der Mauern nutzen und ihre Nester an anderen Stellen der Umgebung bauen. Wildbienen, die Trockenmauern als Nistplätze wählen, besiedeln auch zerklüftete Felswände oder vertikale Erdaufschlüsse. In Vertiefungen von Steinen bauen die Mauerbienen *Osmia anthocopoides* und *O. ravouxi* ihre Mörtelnester, ebenso die seltene Mörtelbiene *Megachile parietina*. Die Zweizahnbiene *Dioxys tridentata* lebt bei ihnen als Brutschmarotzer. In Mauerritzen nisten die Blattschneiderbienen *Megachile centuncula-*



Trockenmauern wie hier aus Muschelkalk-Bruchsteinen sind vielfältige Kleinlebensräume mit einem trockenwarmen Kleinklima.



Trockenmauer in einer historischen Weinberglanschaft mit einem großen Bestand der Felsen-Fetthenne (*Sedum reflexum*), an dem regelmäßig die Wollbiene *Anthidium oblongatum* beobachtet werden kann.

ris und *M. versicolor* sowie die Wollbiene *Anthidium oblongatum*. In erdgefüllten Fugen bauen die Furchenbienen *Lasioglossum laticeps*, *L. nitidulum* und *L. punctatissimum*. Etwas größere Hohlräume zwischen den Steinen füllt die Wollbiene *Anthidium manicatum* mit ihrem Wollnest aus. Hohlräume hinter der Mauer wählt die Steinhummel *Bombus lapidarius* als bevorzugten Nistplatz. Aber auch noch eine ganze Reihe weiterer Bienenarten wurden als Besiedler von Trockenmauern festgestellt. Der Unterbau von Heustadeln des alpinen Raums besteht oft aus trocken oder mit Lehm aufgesetzten Natursteinmauern. Hier siedeln die Mauerbienen *Osmia lepeletieri*, *O. loti* und *O. mustelina*.

Die Beseitigung von Trockenmauern, insbesondere im Rahmen von Flurbereinigungen, vernichtet gleichzeitig einen für Wildbienen wichtigen Nahrungs- und Nistraum. Ihre Erhaltung sollte daher bei noch durchzuführenden Umliegungen unbedingt berücksichtigt werden. Fugenlose Betonmauern können Trockenmauern niemals ersetzen. Auch die Verkleidung von Betonmauern mit Natursteinen mildert den Eingriff lediglich optisch, kann aber keinesfalls als Ausgleichsmaßnahme gelten. Drahtschotterkörbe (Gabionen) sind zwar immer noch besser als glatte und massive Betonwände, sie können die ökologische Funktion der Trockenmauern aber nur teilweise übernehmen. Entscheidend ist auch die Erhaltung tiefer bodengefüllter Fugen zwischen den Steinen. Durch das örtlich immer wieder zu beobachtende Verfugen der Mauern mit Betonmörtel wird die Besiedlungsmöglichkeit für Pflanzen oder Tiere deutlich verschlechtert. Südexponierte Mauern sind besonders vorteilhaft.

2.23.4 Sonstige Kleinstrukturen

Markhaltige Pflanzenstengel und Schilfhalme

Dürre Stengel von Disteln (*Carduus*, *Cirsium*, *Onopordum*), Beifuß (*Artemisia*), Königskerzen (*Verbascum*), Brombeeren und Himbeeren (*Rubus*), Holunder (*Sambucus*), Wildrosen (*Rosa*) dienen einer ganzen Reihe von Wildbienen als ausschließliche oder zusätzliche Nistplätze. In der Regel muß dazu das Stengelende abgebrochen oder abgeschnitten sein, damit das Mark frei zugänglich ist, weil unter allen Stengelbewohnern lediglich die Mauerbiene *Osmia tridentata* es bei Königskerzen schafft, sich auch durch die verholzte Stengelwand hindurchzunagen. Die Bienen (aber auch solitäre Grab-, Weg- und Faltenwespen) höhlen das Mark des Stengels aus oder besiedeln den von anderen Stengelbewohnern geschaffenen Hohlraum. Über

die Bewohner von Brombeerstengeln berichten ausführlicher DUFOUR & PERRIS (1840), GIRAUD (1866), HÖPPNER (1904, 1910), ENSLIN (1925, 1933) und DANKS (1971a, 1971b, 1971c).

Obligatorische Stengelbewohner, die ihren Nestgang immer selbst ausnagen, sind die Mauerbienen *Osmia acuticornis*, *O. leucomelana*, *O. claviventris* und *O. tridentata* sowie die Keulhornbienen *Ceratina callosa*, *C. cucurbitina* und *C. cyanea*. Bevorzugt in Stengeln, bisweilen auch in alten Eichengallen, nistet die Wollbiene *Anthidium lituratum*. Fakultative Stengelbewohner, die auch in anderen oberirdischen Hohlräumen, v.a. Käferfraßgängen, nisten, sind: vermutlich alle Maskenbienen (*Hylaeus*) außer *H. nigritus*, *H. pectoralis* und *H. variegatus*, die Wollbiene *Anthidium oblongatum*, die Löcherbiene *Heriades truncorum*, die Mauerbienen *Osmia gallarum* und *O. rufa* sowie die Blattschneiderbienen *Megachile centuncularis*, *M. rotundata* und *M. versicolor*.

In hohlen Schilfhalmen von Reetdächern nisten die Löcherbiene *Heriades truncorum*, die Scherenbienen *Chelostoma campanularum*, *C. distinctum*, *C. florissomme* und *C. fuliginosum* sowie verschiedene Maskenbienen (*Hylaeus*). In Schilf-Internodien der Schilfröhrichte nisten Maskenbienen und Blattschneiderbienen (*Megachile*). (s. Kap. 2.2).

Alte Gallen

Aus Knospen an Zweigen von jungen Trauben- oder Stieleichen (*Quercus petraea*, *Q. robur*) gehen die im Mittel etwa 20 mm großen, kugeligen Gallen von *Andricus* (= *Cynips*) *kollari* (Hartig) hervor. Sie werden bereits im September des ersten Jahres von der geflügelten Gallwespe, der Gallenerzeugerin, durch ein etwa 2 mm großes Ausschlupfloch verlassen. Die leeren Gallen dienen verschiedenen Stechimmen als ausschließlicher oder zusätzlicher Nistplatz (vgl. SCHREMMER 1985). In Mitteleuropa wurden die Wollbiene *Anthidium lituratum* und die Mauerbiene *Osmia gallarum* als Besiedler alter Eichengallen bekannt. Das markartige Gallengewebe wird von der Biene ausgehöhlt, um ausreichend Platz für die Brutzellen zu schaffen. Verlassene Schilfgallen der Schilfgallenfliege *Lipara lucens* werden von der Maskenbiene *Hylaeus pectoralis* obligatorisch als Nistplatz genutzt (s. Kap. 2.2), aber auch die Mauerbiene *Osmia leucomelana* und die Maskenbiene *Hylaeus gracilicornis* wurden als Schilfgallenbewohner bekannt.

Käferfraßgänge in Totholz

Absterbendes oder bereits abgestorbenes Holz wird von verschiedenen xylobionten (im Holz lebenden)



So ein Stamm eines abgestorbenen Apfelbaums ist über viele Jahre hinweg ein für holzbewohnende Wildbienen unverzichtbarer Kleinlebensraum, der durch künstliche Nisthilfen nicht zu ersetzen ist.

Insekten, v.a. von Käfern, einigen Schmetterlingen und Holzwespen besiedelt. In den verlassenen Fraßgängen bauen zahlreiche Bienen, Weg-, Grab- und Faltenwespen ihre Nester. Welche Bienenarten als Bewohner auftreten, hängt u.a. von dem Durchmesser des Ganges ab. Die folgenden Bienen sind als »Nachmieter« von Fraßgängen bekannt, können aber auch ähnlich geartete Nistplätze (z.B. hohle Pflanzenstengel, offene Schilfhalme) nutzen: die meisten Maskenbienen (*Hylaeus*) mit Ausnahme von *Hylaeus nigrinus*, *H. pectoralis* und *H. variegatus*, die Löcherbienen *Heriades crenulatus* und *H. truncorum*, die Scherenbienen *Chelostoma campanularum*, *C. distinctum*, *C. florissomne* und *C. fuliginosum*, die Mauerbienen *Osmia brevicornis*, *O. fulviventris*, *O. gallarum*, *O. leaiana* und *O. rufa*, sowie die Blattschneiderbienen *Megachile alpicola*, *M. centuncularis*, *M. ligniseca*, *M. rotundata*, *M. versicolor* und *M. willughbiella*.

Morschholz

Natürliche ebenso wie anthropogene Morschholzstrukturen (v.a. von Laubholz, weniger von Nadel-

holz) in Form von Ästen, Strünken oder Stämmen, Pfählen oder Balken dienen einigen wenigen, aber hochspezialisierten Bienenarten, wie der Pelzbiene *Anthophora furcata*, der Blattschneiderbiene *Megachile nigriventris* und der Holzbiene *Xylocopa violacea* als ausschließlicher Nistplatz. Diese Arten nagen mit ihren Oberkiefern einen Nestgang. Fakultative Morschholzbewohnerin ist die Blattschneiderbiene *Megachile willughbiella*. Größere Hohlräume in morschem Holz nutzt die Wollbiene *Anthidium manicatum* zur Nestanlage.

Schneckenhäuser

In Mitteleuropa sind es ausschließlich Mauerbienen (*Osmia*), die ihre Nester obligatorisch in den leeren Gehäusen verschiedener Schneckenarten anlegen, während in Südeuropa auch bestimmte Wollbienen (z.B. *Anthidium sticticum*) in Schneckenhäusern nisten. Welche Art von Schneckenhäusern gewählt wird, ist von Bienenart zu Bienenart verschieden. Folgende heimische Mauerbienen nisten in Schneckenhäusern: *Osmia andrenoides*, *O. aurulenta*, *O. bicolor*, *O. rufohirta*, *O. spinulosa* und *O. versicolor*. Diese Arten haben ihren Siedlungsschwerpunkt auf Magerrasen, Abwitterungshalden, Felshängen und an Waldrändern. Leere, zum Nestbau geeignete Gehäuse finden sich in der Regel nur in ungestörten Bereichen dieser Lebensräume. Regelmäßig gemähte Flächen sind als Nistplatz für diese Bienenarten daher nicht geeignet.

2.24 Siedlungsbereich

Der Siedlungsbereich, also Dörfer und Städte, kann zahlreichen Wildbienen als Lebensraum dienen. Viele Arten, die in der heutigen, so intensiv genutzten »freien« Landschaft keine oder kaum Existenzmöglichkeiten mehr finden, können im unmittelbaren Umfeld des Menschen leben, wenn sie dort ausreichende Bedingungen vorfinden. Dies darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß sich die Umweltbedingungen im Siedlungsbereich von denen im Umland derart unterscheiden, daß nur ein Teil der heimischen Wildbienenarten im Siedlungsbereich existieren kann. Viele Arten, z.B. die der Moore, Felshänge, Binnendünen, Kalkmagerrasen, Schilfröhrichte oder Wälder, haben so spezielle ökologische Ansprüche, daß sie selbst bei einem optimalen Nahrungs- oder Nistplatzangebot in Dörfern und Städten nicht vorkommen können. Vor allem in dicht bebauten Großstadtzentren sind die Bedingungen sehr ungünstig. Wenn es aber gelingt, im

Siedlungsbereich eine Vielfalt an Lebensräumen zu erhalten oder neu zu schaffen, kann das Fortbestehen zahlreicher, auch spezialisierter Arten ermöglicht werden.

Über die Hautflügler-, insbesondere Wildbienenfauna des Siedlungsbereichs liegen einige Arbeiten aus verschiedenen Teilen Mitteleuropas vor. Zunächst einige Ergebnisse aus Südwestdeutschland: TREIBER (1980) hat das Umfeld des Zoologischen Instituts in Karlsruhe untersucht. In dem 40a großen Gebiet, bei dem es sich um einen seit mindestens 10 Jahren brachliegenden, »verwilderten« Garten auf Sandboden handelt, konnten 68 Bienenarten festgestellt werden. STRITT (1969) meldet einige seltene Bienen ebenfalls aus dem Stadtgebiet von Karlsruhe. In Wartehäuschen von Straßenbahn- und Bushaltestellen von Karlsruhe fand der gleiche Autor 98 Bienenarten (STRITT 1971). In Walddorf, einem kleinen Dorf in der Nähe von Tübingen, konnte ich selbst 40 Bienenarten nachweisen (WESTRICH 1980). BRECHTEL (1986) fand an einer etwa 10 m hohen, aus Ziegeln erbauten Stadtmauer von Jockrim (Südpfalz) 34 Bienenarten, im gesamten, von ihm bearbeiteten Siedlungsbereich 70 Arten. Aus den genannten und weiteren unveröffentlichten Untersuchungen geht hervor, daß in Südwestdeutschland im Siedlungsbereich v.a. in den Lagen unter 500 m üNN auch wärmeliebende Bienenarten im Siedlungsbereich vorkommen können, z.B. die Wollbienen *Anthidium oblongatum* und *A. punctatum*. HAESELER (1972), der sich überwiegend mit der Fauna Nordwestdeutschlands befaßt, fand in Kieler Stadtgärten 79 Bienenarten, in Oldenburg beobachtete er 9 Bienenarten als Bewohner gepflasterter Bürgersteige, Parkplätze und Straßen. DATHE (1969, 1971) wies in dem reich strukturierten Tierpark Berlin (DDR), der auf diluvialen Sand liegt, 73 Arten nach. DONATH (1985) nennt einige Hummelarten von drei Städten in der DDR. LEFEBER (1983b) gibt für die holländische Stadt Maasticht 138 Bienenarten an. LECLERCQ (1982) meldet für das Zentrum von Liège (Belgien) 93 Arten.

Faßt man alle Untersuchungen zusammen, wurden bisher rund 220 Bienenarten aus dem Siedlungsbereich bekannt, das ist nahezu die Hälfte der Arten der Bundesrepublik Deutschland. Diese Zahl macht deutlich, daß der Siedlungsbereich für viele Arten als Lebensraum in Frage kommt, vorausgesetzt, es wird dafür gesorgt, daß die ökologischen Ansprüche der Wildbienen erfüllt sind.

Arten, die im Siedlungsbereich des Menschen existieren können, ohne auf eine Ergänzung ihrer Bestände von außerhalb angewiesen zu sein, bezeichnen wir als synanthrope Arten im weiteren Sinn

(vgl. HAESELER 1972, PETERS 1960, POVOLNÝ 1962, 1963, TISCHLER 1980). Hierzu können gezählt werden: die Maskenbienen *Hylaeus brevicornis*, *H. communis*, *H. hyalinatus*, *H. nigratus*, *H. punctulatus* und *H. signatus*, die Seidenbiene *Colletes daviesanus*, die Furchenbienen *Halictus tumulorum*, *Lasioglossum calceatum*, *L. morio*, *L. malachurum*, *L. nitidulum*, *L. pauxillum* und *L. sexstrigatum* (Sand), die Sandbienen *Andrena bicolor*, *A. fulva*, *A. haemorrhoa*, *A. nigroaenea*, *A. nitida* und *A. varians*, die Wollbiene *Anthidium manicatum*, die Löcherbiene *Heriades truncorum*, die Scherenbienen *Chelostoma campanularum*, *C. distinctum*, *C. florissomne* und *C. fuliginosum*, die Mauerbienen *Osmia cornuta*, *O. caerulea* und *O. rufa*, die Pelzbiene *Anthophora acervorum*, die Trauerbiene *Melecta punctata*, die Hummeln *Bombus hortorum*, *B. hypnorum*, *B. lapidarius*, *B. pascuorum*, *B. pratorum* und *B. terrestris* sowie die Schmarotzerhummel *Psithyrus barbutellus*.

2.24.1 Parks, Friedhöfe und Grünanlagen

Alte Parkanlagen und Friedhöfe haben besonders in Städten eine wichtige ökologische Funktion. Das gleiche gilt für Gutsparks in Dörfern. An Mauern, Zäunen und Gebüsch alter Parks ist die Artenvielfalt erheblich größer als in neuen Anlagen. In ungestörten Bereichen unter Bäumen bieten im Vorfrühling Waldkräuter und Zwiebelgewächse erste Nahrung für Wildbienen. Die schon im März fliegenden Männchen der Pelzbiene *Anthophora acervorum* besuchen hier besonders gern den Lerchensporn (*Corydalis solida*), die Mauerbiene *Osmia cornuta* erscheint mit dem Aufblühen des Blausterns (*Scilla siberica*). Entlang von Gebüsch oder Mauern und Zäunen gedeihen verschiedene wärme- oder nährstoffliebende Saumarten.

Für die Säume im Übergangsbereich Rasen Gehölz genügt eine späte Mahd im Turnus von 2–3 Jahren. Da städtische Grünflächen keinerlei (land-) wirtschaftlichem Zwang unterliegen, sollten die nicht als Liegeflächen genutzten städtischen Parkrasen zu ein- bis zweimal gemähten Blumenwiesen hin entwickelt werden. Auch sonstige Grünländer wie z.B. Böschungen mit Wiesencharakter oder Rasen im Schulbereich sollten in gleicher Weise gepflegt werden. Die Situation zahlreicher im Siedlungsbereich lebender Wildbienen könnte dadurch wesentlich verbessert werden (s. Kap. 2.9.2 u. 2.19.1). Intensiv geschnittene Rasen sind als Nahrungsräume für Blütengäste praktisch wertlos.

Alte Gehölze mit faulen oder dürren Ästen sind



Frühjahrsaspekt in einem Stadtpark. Wenn der Blaustern (*Scilla siberica*) aufblüht, erscheint auch die Mauerbiene *Osmia cornuta*.

für holzbewohnende Wildbienen als Nistplatz unverzichtbar. In Parks, Friedhöfen und Alleen wird gerne das Ausschneiden, Ausschaben und Sterilisieren aller morschen Teile in alten Baumstämmen praktiziert. Für die Holzfauna sind aber alle Zerfallsstadien von Holz wichtig. Sanierungen sollten daher weitgehend unterbleiben, auch wenn dies in naturschützerischer Absicht gut gemeint ist. Eine besondere Funktion haben stehende Baumreste. Bei einer unumgänglichen Fällung sollte daher wenigstens ein »Stumpf« von 2–3 m stehen bleiben. Gleichzeitig ist bei der Bevölkerung durch sachgerechte Information Verständnis für solche Maßnahmen zu wecken. Tot- und Morschholz sollte nicht verbrannt, sondern möglichst offen und trocken gelagert werden, damit die Insektenlarven ihre Entwicklung abschließen können.

Alte Hecken mit dürrn Zweigen und Ranken sollten mehr geduldet werden (s. Kap. 2.7). Bei Neupflanzungen ist auf die Verwendung einheimischer Gehölze besonderen Wert zu legen. In der jüngsten Zeit wird bei Gehölzpflanzungen der Boden zunehmend mit Rindenschrot abgedeckt. Damit wird das Aufkommen jeglicher krautiger Vegetation unterbunden und ein weiterer Wuchsort von Ruderal- und anderen Wildpflanzen zerstört.

Billiger und naturfreundlicher wäre es, ganz auf solche Abdeckungen zu verzichten und der spontanen Selbstbegrünung mehr Raum zu lassen. Aus Sicht des Artenschutzes ist nach der Pflanzung von Sträuchern das mechanische Entfernen (Hacken) von Konkurrenzpflanzen auf jeden Fall einer Bodendeckung mit Rindenschrot vorzuziehen.

Auch Friedhöfe könnten neben ihrem Baumbestand und ihrer Ruderalvegetation einen Nahrungsentgang für Wildbienen beseitigen helfen, wenn die Gräber vermehrt mit Blütenstauden und Zwiebelgewächsen bepflanzt würden.

2.24.2 Gärten

Die Bauerngärten der ländlichen Siedlungen dienen vor allem dem Gemüseanbau, sie enthalten aber auch Beerenobst, Gewürz- und Heilkräuter, Schmuck- und Duftpflanzen, Blütenstauden und -sträucher. Unter den Bauerngartenpflanzen finden sich zahlreiche, für Wildbienen attraktive Nahrungsquellen. Gärten können für viele Wildbienen ein hervorragender Nahrungsraum sein, wenn sie reich an Blütenpflanzen sind. Unter den von LOHMEYER (1983) für Bauerngärten des Mittel- und süd-

lichen Niederrheins aufgeführten 216 Blütenpflanzen werden 128 Arten, also rund 60%, von Wildbienen als Pollen- und/oder Nektarspender besucht. Unter diesen dienen 52 Arten als wichtige Pollenquellen für Nahrungsspezialisten unter den Wildbienen.

Seit 1950 ist die Gesamtfläche der Bauerngärten stark geschrumpft. Ihre ursprüngliche Gestaltung ist eintönigen Gartenanlagen mit Rasenflächen, Pflanzkübeln und Zwergkoniferen gewichen, so wie man sie in den Neubaugebieten der Städte in nahezu identischer Weise antrifft. Bäuerliche Gärten mit charakteristischem Pflanzenbestand, deren bunte Farbenpracht mit Haus und Hof noch zu einer optischen Einheit verschmilzt, sind heute durchweg Einzelercheinungen (vgl. KREMER 1984). Dieses in der jüngsten Vergangenheit so stark vernachlässigte ländliche Kulturgut wird derzeit in verschiedenen Freilichtmuseen zu erhalten versucht, indem typische Bauerngärten mit regional bezogenem Pflanzenbestand angelegt werden. »Bauerngärten mit ihrem charakteristischen, sehr reichhaltigen Artenbestand müssen jedoch nicht notwendigerweise der



Diese dörfliche Bepflanzung mit Zuchtformen exotischer Pelargonien (»Geranien«) und Studentenblumen (*Tageetes*) ist trotz ihrer Farbenpracht für heimische Wildbienen völlig wertlos.

Vergangenheit angehören und auf spezielle, museale Einrichtungen beschränkt bleiben. Ihre ursprüngliche Mehrfachfunktion als Wirtschafts-, Kräuter- und Ziergärten ist durchaus auch mit heutigen Ansprüchen vereinbar. Viele in Vergessenheit geratene, teilweise bereits sehr seltene Pflanzen könnten in einem wiederbelebten bäuerlichen Garten mit erweitertem Artenspektrum Berücksichtigung finden« (KREMER 1984). Ein artenreicher Bauerngarten kann gleichzeitig als vielfältiger Lebensraum dienen, wie er in den dörflichen Fluren heute meist nicht mehr zur Verfügung steht.

Aber auch in den Städten folgen »moderne« Hausgärten überwiegend dem Trend des Zierrasen-Nadelbaum-Gartens und sind somit extrem wildbienenfeindlich. Wie hier, oft mit einfachen Mitteln, Wildbienenschutz praktiziert werden kann, ist im Kapitel 7 ausführlich beschrieben.

Botanische Gärten

Ein Sonderfall von Gärten sind Botanische Gärten als wissenschaftliche Einrichtungen der Universitäten. Sie können sehr wildbienenreich sein. DORN (1977) stellte im Botanischen Garten der Universität Halle (Saale) mit 104 Bienenarten eine ungewöhnlich hohe Arten- und Individuenzahl fest. Er führt dies auf das »günstige Zusammenwirken der für die Entwicklung und Erhaltung starker Solitärbienenpopulationen wesentlichen biotischen und abiotischen ökologischen Faktoren« zurück. Hierzu zählen v.a. das vielseitige und über die ganze Vegetationsperiode reichlich vorhandene Blütenangebot, vielfältige Nistgelegenheiten und der weitgehende Verzicht auf den Einsatz von Pestiziden. Auch im neuen Botanischen Garten der Universität Tübingen nimmt die Zahl an Wildbienen-Arten seit seiner Gründung vor rund 20 Jahren stetig zu. Einige Spezialisten, deren Nahrungspflanzen in verschiedenen Abteilungen des Gartens in großer Zahl blühen, sind jedes Jahr in einer vergleichsweise hohen Individuendichte vertreten, z.B. die Schenkelbiene *Macropis fulvipes*, die Sandbienen *Andrena curvungula*, *A. pandellei* und *A. florea*, sowie die Sägehornbienen *Melitta haemorrhoidalis* und *M. tricincta*. Auffallend häufig sind auch die Wollbienen *Anthidium manicatum*, *A. oblongatum* und *A. punctatum*.

2.24.3 Mauern

Ältere Mauern, z.B. in Parks, Friedhöfen oder Gärten sind aus Naturstein (v.a. Kalkstein, Sandstein, Schiefer) oder aus Ziegelsteinen aufgebaut und mit



Ruderalstelle neben einem städtischen Parkplatz mit blühendem Rainfarn (*Tanacetum vulgare*). Nahrungsraum der Seidenbiene *Colletes daviesanus* und der Maskenbiene *Hylaeus nigrinus*.

Kalkmörtel verfugt. In älteren, feinerde- und humusreicheren Mauerspaltensiedeln verschiedene Gräser und Farne, aber auch krautige Blütenpflanzen wie z.B. die Rundblättrige Glockenblume. In bereits verwitterten Mörtelfugen nisten die Pelzbiene *Anthophora acervorum*, die Furchenbiene *Lasiglossum nitidulum* und die Seidenbiene *Colletes daviesanus*.

Alte, besiedlungsfähige Mauern werden immer seltener. Bei der Errichtung neuer Bruchstein- oder Ziegelmauern sollte nur Kalkmörtel (Mischung aus Grabsand und gelöschtem Kalk) verwendet werden, weil Beton (Mischung aus Kies und Zement) eine spätere Besiedlung durch Pflanzen oder Wildbienen unmöglich macht.

2.2.4.4 Ruderalstellen

Straßen- und Kanalränder, Bahndämme, älteres Industriegelände und sonstige Ruderalstellen im Siedlungsbereich sind v.a. in Städten wertvolle Lebensräume für Wildbienen (s. Kap. 2.18). Generell sollte sowohl auf privaten wie öffentlichen Flächen den Wildpflanzen wieder mehr Raum zur Verfügung gestellt werden. Wildkräuter in Pflasterritzen, an

Hausmauern oder an Wegrändern dürfen nicht bekämpft werden. Die dorf- und stadtypische Ruderalvegetation sollte vielmehr als Bestandteil bzw. Gestaltungselement von Grün- und Freiflächen grundsätzlich anerkannt werden. Die planerische Grundlage hierzu schafft eine vorhergehende Kartierung der Dorf- und Stadtflora.

Neben der Erhaltung der ermittelten Ruderalflächen sollte auch eine Neuschaffung ruderaler Standorte angestrebt werden, die durch folgende Maßnahmen gefördert werden können: Straßen- und wegbegleitende Rand-, Rest- und Grenzflächen dürfen nicht befestigt oder versiegelt werden. Gehwege, Abstellflächen, Plätze und andere schwach belastete Verkehrsflächen werden je nach Beanspruchung möglichst nicht, zumindest wasserdurchlässig und für Pflanzen und Tiere besiedelbar befestigt. Innerörtliche Grünflächen werden extensiv gepflegt und überflüssige feste Decken und Bodenversiegelungen beseitigt.

Die spontane Vegetation sollte man viel eher in die Planungen miteinbeziehen, als sie kostspielig zu bekämpfen. Die bewusste Förderung der sich von selbst einstellenden Wildflora verbunden mit entsprechender Aufklärung könnte viel dazu beitragen, daß Menschen, insbesondere Kinder und Jugend-



Auch in Pflasterritzen siedeln sich bisweilen wichtige Nahrungspflanzen von Wildbienen an, wie hier ein prächtiges Exemplar der Wilden Resede (*Reseda lutea*).

liche, wieder eine Beziehung zum natürlichen Umfeld entwickeln. Die immer größere Naturentfremdung kann dadurch schrittweise wieder abgebaut werden. Nicht zuletzt führt die Sicherung des Bestandes ruderaler Pflanzenstandorte zu einer Verbesserung der ökologischen Gesamtsituation im Siedlungsbereich.

2.24.5 Straßenböschungen und Verkehrsinseln

Auch im Siedlungsbereich sind diese Bereiche für den Fortbestand vieler Pflanzen und Insekten wichtig. Bezüglich ihrer Pflege sei auf Kap. 2.19.1 verwiesen. In den Ritzen von gepflasterten Verkehrsinseln siedelt sich die eine oder andere Ruderalpflanze an. Grüne Verkehrsinseln sollten nur zweimal im Jahr gemäht werden, sich also zu Wiesen entwickeln dürfen.

2.24.6 Gebäude

Obwohl Gebäude eigentlich recht naturferne Elemente der Siedlungen sind, können sie dennoch als Teillebensstätten von Wildbienen fungieren. In der Vergangenheit hatte der Mensch durch eine entspre-

chende Bauweise (Lehmverfugte Gemäuer, Reetdächer) das Nistplatzangebot wesentlich bereichert.

Lehmverfugte oder -verputzte Gemäuer besiedeln: die Maskenbiene *Hylaeus hyalinatus*, die Seidenbiene *Colletes daviesanus*, die Mörtelbiene *Megachile ericetorum*, die Pelzbiene *Anthophora acervorum*, *A. plagiata* und *A. quadrimaculata*, die Trauerbiene *Melecta punctata*, die Fleckenbiene *Thyreus orbatus*, die Filzbiene *Epeolus variegatus*, selten auch die Sandbiene *Andrena agilissima*. Die letzten Reste dieser Nistplätze, die früher ein Eldorado für Hautflügler waren, verschwinden durch moderne Bauweisen und -materialien rapide.

Mauerspaltan, Ritzen im Verputz, Hohlräume zwischen Balken, Verkleidungen und Fensterrahmen, Abflußröhrchen an Fensterläden sind vor allem den Mauerbienen *Osmia cornuta* und *Osmia rufa* als Nistgelegenheit willkommen. In Hohlräumen unterm Dach baut die Baumhummel *Bombus hypnorum* ihr Nest. Auch alte Holzschuppen können hervorragende Lebensstätten von Wildbienen sein. Hier tummeln sich solche Arten, die Bewohner von Fraßgängen in totem Holz sind. So fand ich einmal ein Massenvorkommen der Löcherbiene *Heriades truncorum* mit ihrem Futterparasit, der Dusterbiene *Stelis breviscula* an einer von Käferfraßgängen durchlöchernden Wand eines alten Holzschuppen.



Solche alten Gebäude mit Lehmgefachen, ein Eldorado für Hautflügler, werden durch moderne Bauweisen bald völlig aus unseren Siedlungen verschwunden sein.



Prächtiger Bestand des Natterkopfs (*Echium vulgare*) in einer Gleisanlage am Rheinhafen von Karlsruhe im Jahre 1984. Diese Fläche wurde zwischenzeitlich vollständig asphaltiert.

2.24.7 Bahnhofs- und Gleisanlagen

Eisenbahngelände hat schon oft das Interesse von Botanikern geweckt (u.a. KNAPP 1961, BRANDES 1979b, CASPERS & GERSTBERGER 1979). Bahnsteige, Gleisanlagen, Ödflächen zwischen den Gleisen, Verladeeinrichtungen und Zufahrtswege tragen eine Vegetation, die neben mitteleuropäischen auffallend viele Blütenpflanzen mediterraner und pontischer Herkunft enthält. Mit Importen aus Süd-, Südost- und Osteuropa eingeschleppt, vermögen sie, zumindest vorübergehend, im Bahngelände weitab von ihrem Hauptverbreitungsgebiet zu existieren.

Der floristische Artenreichtum ist groß. Im Lahntal z.B. konnten CASPERS & GERSTBERGER (1979) 319 Arten feststellen. Zu den häufigsten Pflanzen gehören Besiedler von Schotter- und Kiesflächen: Natterkopf (*Echium vulgare*), Wilde Resede (*Reseda lutea*), Mehliges Königskehl (*Verbascum lychnitis*), Weißer und Echter Steinklee (*Melilotus alba*, *M. officinalis*), Gewöhnliche Nachtkerze (*Oenothera biennis*), Scharfer Mauerpfeffer (*Sedum acre*). Speziell zwischen den Gleisen und am Rande der Schienen wachsen Gemeines Leinkraut (*Linaria vulgaris*) und Stinkrauke (*Diploaxis tenuifolia*).



Stillgelegtes Bahngleis in der Oberrheinebene mit Gewöhnlichem Bitterkraut (*Picris hieracioides*). Nahrungsraum der Zottelbiene *Panurgus calcaratus*.

An nährstoffreichen Stellen siedeln Rainfarn (*Tanacetum vulgare*) und Gemeiner Beifuß (*Artemisia vulgaris*). In Sandgebieten sind Graukresse (*Bertiera incana*), Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*) und Geruchlose Kamille (*Tripleurospermum inodorum*) häufig. Meist treten im Bahnhofsgelände solche Bienenarten auf, die Ruderalstellen besiedeln (s. Kap. 2.18).

Durch den Einsatz von Herbiziden und durch Bodenversiegelung ist die früher sehr reichhaltige Bahnflora vielerorts stark verarmt (vgl. KNAPP 1970). Der Pflanzenwuchs der Gleisanlagen wird mit Herbiziden bekämpft, damit sich keine Feinerde anreichert und der Schotter wasserdurchlässig bleibt. Ab einer bestimmten Höhe des Bewuchses sind auch sicherheitstechnische Gründe maßgebend. Die Gleisanlagen sind heute nahezu vegetationsfrei. Am deutlichsten wird die drastische Änderung der Bahnflora durch den Rückgang der farbenprächtigen Natterkopf-Fluren, die noch vor 20–30 Jahren auf den meisten Bahnhöfen große Bestände bildeten. Nur einige wenige Arten wie Scharfer und Weißer Mauerpfeffer (*Sedum acre*, *S. album*) sind gegen die Herbizidspritzungen unempfindlich. Das monotone Bepflanzen des Bahnhofsgeländes mit Bodendeckern trägt ebenfalls zur Verarmung der Flora und damit zur Verknappung des Nahrungsangebots für Wildbienen bei.

2.24.8 Burgen

Wo das Burgruinenengelände weniger stark beschattet ist, bestimmen fast ausschließlich nährstoff-, besonders stickstoffliebende Kulturfolger die Ruderalvegetation (s. Kap. 2.18). Besonders an sonnseitigen

Mauerfüßen und Böschungen mörtelreicher Schutthaufen ist sie optimal entwickelt (LOHMEYER 1975a, 1975b). Arten wie Schwarznessel (*Ballota nigra*), Gefleckter Schierling (*Conium maculatum*), Weiße Taubnessel (*Lamium album*), Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*), Schöllkraut (*Chelidonium majus*), Katzenminze (*Nepeta cataria*), Wilde Malve (*Malva sylvestris*), selten auch Bilsenkraut (*Hyoscyamus niger*), Herzgespann (*Leonurus cardiaca*) oder Gemeiner Andorn (*Marrubium vulgare*) sind hier charakteristisch. Auch die keine so hohen Nährstoff- und Feuchtigkeitsansprüche stellenden, aber lichthungrigen Ruderalarten wie Natterkopf (*Echium vulgare*), Weißer Steinklee (*Melilotus alba*), Wilde und Färber-Resede (*Reseda lutea*, *R. luteola*) oder Nickende Distel (*Carduus nutans*) behaupten sich auf steinig-grusigem Burgruinschutt oder auf brüchigen, breitfugigen Gemäuerresten. In Ritzen siedeln oft reiche Bestände der Rundblättrigen Glockenblume (*Campanula rotundifolia*). Im Hochsommer bieten sie ein buntes Bild und reichlich Blütennahrung. Unter den hier vorkommenden Bienenarten dominieren solche der Felshänge, Abwitterungshalden und Ruderalstellen.

Die schützenswerte Schuttvegetation der Burgruinen ist am ehesten durch Maßnahmen im Gefolge einer Restaurierung gefährdet. Es mutet grotesk an, wenn bei solchen Unternehmungen quasi jeder Pinselstrich dem historischen Vorbild peinlichst getreu nachgeführt wird, aber die kulturhistorisch ebenso bedeutsame Burgflora keinerlei Berücksichtigung findet und stattdessen »moderne« Bodendecker oder Sträucher angepflanzt oder Rasenflächen angelegt werden. Hier ist eine engere Zusammenarbeit zwischen Denkmal- und Naturschützern notwendig.

3 Die Lebensweise der Bienen

Die Lebensweise der Bienen hat immer wieder aufs Neue die Menschen fasziniert, die sich mit diesen Insekten beschäftigt haben. Die große Mannigfaltigkeit der Nestbauten und Brutfürsorgehandlungen spiegelt sich auch in zahllosen kleineren und größeren Abhandlungen wider, in denen verschiedenste Autor(inn)en ihre Beobachtungen aufgezeichnet und der Nachwelt hinterlassen haben.

Bereits im letzten Jahrhundert hat der berühmte französische Naturforscher FABRE, der Insekten mit großer Leidenschaft und Hingabe liebte, auch die Lebensweise zahlreicher Wildbienen einfühlsam beobachtet und in einem umfangreichen Werk meisterhaft beschrieben (veröffentlicht 1879 bis 1907). Im Jahre 1900 hat RUDOW eine Abhandlung verfaßt über »Die Wohnungen der Hautflügler Europas«, die jedoch durch zahlreiche Fehlbestimmungen praktisch wertlos ist. 1923 hat FRIESE in seinem Werk »Die europäischen Bienen« versucht, das bis dahin Bekannte einem größeren Leserkreis auf verständliche Weise darzustellen. Aus Mangel an neueren Informationsquellen wird dieses Buch im deutschsprachigen Raum noch heute benutzt. 1927 folgt mit dem Werk von BISCHOFF »Biologie der Hymenopteren« eine vergleichende Naturgeschichte aller Hautflügler. MALYSHEV (1936) hat in einer hervorragenden (englischen) Arbeit die zu seiner Zeit vorliegenden Kenntnisse über die Lebensweise solitärer Bienen zusammengefaßt und vergleichend beschrieben. MICHENER (1974) hat die sozialen Bienen zum Thema seines Buches »The Social Behavior of the Bees« gemacht. Darüber hinaus sind in den vergangenen Jahrzehnten unzählige kleinere und größere Arbeiten über die Biologie von Wildbienen sowohl im europäischen Raum als auch weltweit erschienen. Daher dürfte es erneut angebracht sein, das inzwischen vermehrt angesammelte Wissen über die Lebensweise von Wildbienen dem deutschsprachigen Leser so weit als in diesem Rahmen möglich zu vermitteln. In diesem Kapitel muß ich mich allerdings auf die mitteleuropäische Fauna beschränken, doch sind auch solche Gattungen berücksichtigt, die in Deutschland nicht vorkommen. Ein Blick auf außereuropäische Verhältnisse sei mir dann gestattet, wenn über die heimischen Arten zu wenig bekannt ist.

3.1 Allgemeine Aspekte

Bevor auf die Lebensweise der einzelnen Gattungen oder Arten ausführlicher eingegangen wird, sollen zunächst einige Aspekte besprochen werden, die für das Verständnis der Lebensweise von Bienen förderlich sind.

3.1.1 Paarungsverhalten

Alle Bienenarten kommen in zwei Geschlechtern, Weibchen und Männchen vor, die meist sehr unterschiedlich gebaut und gefärbt sind. Viele morphologische Merkmale der Männchen spielen im Geschehen vor oder während der Paarung eine wichtige Rolle. Die Männchen sind in der Regel auch viel kurzlebiger als die Weibchen und haben lediglich die Aufgabe, diese zu begatten. Normalerweise sterben sie bald nach der Paarung. An Brutfürsorgehandlungen beteiligen sie sich nicht. Aufgrund ihrer Kurzlebigkeit bekommt man die Männchen vieler Arten auch wesentlich seltener zu Gesicht als die Weibchen. Das Paarungsverhalten ist mehrfach untersucht und beschrieben worden. ALCOCK et al. (1978) sowie EICKWORT & GINSBERG (1980) geben vergleichende Zusammenfassungen.

Gewöhnlich nähern sich die Männchen ihren Weibchen von hinten im Flug. Visuelle Signale, z. B. bestimmte Farbmerkmale der Weibchen, können das männliche Paarungsverhalten auslösen. Viele Männchen stürzen sich jedoch ebenso auf verschiedenste andere Insekten, die den Weibchen in Größe und Gestalt ähnlich sind. Die Unterscheidung im Nahbereich dürfte im wesentlichen geruchlich erfolgen. Manche Männchen summen laut, während sie patrouillieren oder Weibchen erwarten. Es gibt jedoch kaum Anzeichen dafür, daß dies eine Signalfunktion hat oder daß Männchen die von den Weibchen verursachten Geräusche wahrnehmen.

Biochemische Analysen der jüngsten Vergangenheit, insbesondere durch KULLENBERG, BERGSTROM, HEFETZ und TENGÖ, zeigten, daß Bienen in verschiedenen Drüsen (Labial- und Mandibeldrüsen, Dufour-Drüse) Duftstoffe produzieren. Über-



Kopula der Wollbiene *Anthidium oblongatum* auf der Blüte der Hauswurz (*Sempervivum*).

haupt spielen Düfte im Leben der Bienen eine ungeheuer große Rolle. Das Studium der Duftstoffe und ihrer biologischen Funktionen gehört zum Aufgabenkomplex der chemischen Ökologie, einer Fachrichtung, die zunehmend an Bedeutung gewinnt. DUFFIELD et al. (1984) geben eine nützliche Übersicht über die bisher vorliegenden Daten. Manche Duftstoffe oder deren Komponenten sind auch beim Paarungsgeschehen beteiligt. Auch unverpaarte Weibchen sezernieren Duftstoffe, die sie für Männchen sehr attraktiv machen und anhand derer die Männchen begattete von unbegatteten Weibchen unterscheiden können. Diese Fähigkeit zur Unterscheidung ermöglicht den Männchen, keine unnötige Zeit und Energie auf solche Weibchen zu verschwenden, mit denen sie bereits zu kopulieren versucht haben.

Die Paarung selbst ist bei dem Großteil der Arten noch nie beobachtet worden. Die Weibchen werden bei den meisten Bienen offensichtlich nur einmal begattet (Monandrie) und zwar kurz nach dem Schlüpfen innerhalb oder außerhalb des Nestes. Vielfache, über die gesamte Flugzeit der Weibchen verteilte Kopulationen (Polyandrie) gibt es bei einigen Wollbienen (*Anthidium*) und Zottelbienen (Panurginae). Die Honigbienen-Königin paart sich

mit mehreren Männchen während eines oder mehrerer Paarungsflüge.

Paarungswillige Männchen konzentrieren ihre Aktivitäten auf solche Orte, wo sie paarungsbereite Weibchen am ehesten antreffen. Diese »Rendezvous-Plätze«, die die Männchen regelmäßig abfliegen (patrouillieren), sind normalerweise Nistplätze oder Blüten, gelegentlich auch Landmarken (Steine, Gebüsche, Bäume, Rastplätze). Nistplätze dienen vor allem bei erdbewohnenden und gesellig nistenden Solitärbienen als Treffpunkte der Geschlechter. Blüten sind beliebte Paarungsplätze bei Nahrungsspezialisten. Die Kopula erfolgt dann, wenn das Weibchen sich zum ersten Mal an der Blüte mit Nektar verköstigt. Die Männchen einiger Arten patrouillieren sowohl an Blüten wie an Nestern, bzw. an Nestern und nichtblühenden Bäumen.

Am Treffpunkt zeigt ein Männchen eines oder zwei Grundverhaltensmuster: Es patrouilliert entweder ohne ein Zeichen von Aggressivität gegenüber anderen Männchen, denen es erlaubt, sich ebenso zu verhalten, oder es verteidigt bestimmte Bereiche als sein Territorium und hindert andere Männchen daran, in dieses einzudringen. Beide Verhaltensmuster sind an allen Typen von Treffpunkten zu beobachten. In manchen Gattungen markieren

die Männchen mit Duftstoffen bestimmte Landmarken, die sie als »Duftmarken« auf regelmäßigen Bahnen ansteuern.

Territorialität, also das in Besitz nehmen eines Reviers, wurde in mehreren Gattungen festgestellt. Das Revier kann ein halber Quadratmeter groß sein, aber auch einen Durchmesser von mehreren Metern haben. In Mitteleuropa ist Revierverteidigung gegenüber anderen Bienenarten besonders eindrucksvoll bei der Wollbiene *Anthidium manicatum* zu beobachten.

3.1.2 Sozialverhalten

Was die Tätigkeiten der Weibchen betrifft, so können wir grob zwei Gruppen von Bienen unterscheiden: solche, die Nester bauen und solche, die dies nicht tun und stattdessen die Brutfürsorge anderer Arten in Anspruch nehmen. Die erste Gruppe nennen wir auch Sammelbienen, weil sie gezielt Futter für die Brut sammeln, die zweite Gruppe sind die parasitischen Bienen.

Die meisten Menschen denken bei dem Wort Biene unwillkürlich an die Honigbiene und ihre individuenreichen Völker. Sie stellen sich daher unter Bienen immer staatenbildende Insekten vor. Tatsächlich ist die Honigbiene aber eine in vielerlei Hinsicht sehr untypische Biene, repräsentiert sie doch u. a. die höchste Stufe eines Sozialverhaltens, das bei Bienen generell eine Ausnahme darstellt. Die weitaus größere Zahl der nestbauenden Bienen lebt nämlich nicht in Staaten, sondern als sogenannte »Einsiedlerbienen« oder Solitärbienen. Zwischen solitären und sozialen Bienen gibt es aber noch weitere Zwischenstufen der sozialen Organisation. In Anlehnung an MICHENER (1974) unterscheiden wir bei den mitteleuropäischen Bienen, was das Sozialverhalten angeht, im wesentlichen fünf Gruppen: solitäre, kommunale, semisoziale, primitiv eusoziale und hoch eusoziale Bienen. Die einzelnen Gruppen wollen wir uns zunächst etwas näher anschauen.

Solitäre Bienen bauen ihre Nester und versorgen ihre Brut ohne Mithilfe von Angehörigen der gleichen Art. Daher gibt es bei ihnen auch keine Arbeitsteilung und kein Speichern von Vorräten. Jedes Nest enthält also nur ein Weibchen, das seine Brutzellen nacheinander baut und versorgt. Stets wird eine Zelle fertiggestellt, bevor mit der nächsten begonnen wird. Sie wird mit Larvenproviant, einer Mischung aus Pollen und Nektar, gefüllt. Dann wird ein Ei abgelegt, meist direkt auf den Futtervorrat, und die Zelle wird verschlossen. In der Zelle

befindet sich genügend Futter für das gesamte Wachstum der Larve, die daher normalerweise nie in Kontakt mit ihrer Mutter kommt. Normalerweise stirbt das Weibchen, bevor seine Nachkommenschaft voll entwickelt ist und Wochen oder Monate später schlüpft. Es gibt also keinen Kontakt zwischen den beiden Generationen. Bei der Furchenbiene *Halictus quadricinctus* ist die Mutter allerdings noch immer am Leben, wenn ihre Söhne und Töchter ihre Brutzellen als Adulte verlassen. Bei manchen Keulhornbienen (*Ceratina*) und Holzbienen (*Xylocopa*) finden wir ähnliche Verhältnisse. Bei ihnen lebt das Weibchen eine Zeitlang mit den frisch geschlüpften Nachkommen zusammen.

Den solitären in der Lebensweise sehr ähnlich sind die kommunalen Arten, bei denen zwei oder mehrere adulte Weibchen ein und derselben Generation zusammenleben. Sie sind meistens, aber nicht ausschließlich Geschwister. Jedes Weibchen baut, verproviantiert und belegt seine eigenen Brutzellen innerhalb eines gemeinsamen Nestes, meist aber in einem bestimmten »Privatbezirk«. In der Regel hat das Nest einen gemeinsamen Nesteingang. Kommunale Arten gibt es bei den Sandbienen (*Andrena*) und den Mauerbienen (*Osmia*). Die kommunale Lebensweise hat einen Vorteil: Eindringlinge können besser abgewehrt werden, weil ständig einige Bienen im Nest anwesend sind. Kommunale Arten durchlaufen oft eine solitäre Phase, indem ein Weibchen mit der Anlage eines Nestes beginnt, bis sich bald weitere Weibchen hinzugesellen.

Ein hoch interessanter Aspekt der Wildbienenbiologie liegt in dem Vorkommen verschiedener Ebenen sozialer Organisation. Soziale Bienen leben in Gemeinschaften, wobei deren Mitglieder in enger Beziehung zueinander stehen. Ihre Tätigkeiten sind fast gänzlich darauf ausgerichtet, dem Wohl des Ganzen zu dienen. Um dieses Ziel zu erreichen, gibt es in Bienen-Gemeinschaften verschiedene Kasten. Diese erfüllen unterschiedliche Aufgaben, so daß eine Arbeitsteilung vorliegt. Die Kasten unterscheiden sich zumindest in ihrem Verhalten und ihrer Physiologie, oft auch im Körperbau. Die Kasten der Bienen sind die Königin und die Arbeiterinnen. Königinnen sind auf das Eierlegen spezialisiert, Arbeiterinnen auf das Sammeln und verschiedene Tätigkeiten im Nest. Letztere dagegen legen keine Eier oder zumindest weit weniger häufig. In Gemeinschaften, die zwei oder mehr Eierlegerinnen enthalten, wird die Haupteierlegerin als Königin bezeichnet, die anderen sind eierlegende Arbeiterinnen.

Im deutschen Sprachgebrauch werden eusoziale Bienen auch als staatenbildende Bienen bezeichnet.

Dementsprechend spricht man von einem Bienen-Staat. In der angelsächsischen Literatur hingegen wird hierfür der Begriff »colony« = Kolonie verwendet. Dies kann deshalb verwirrend sein, weil in älterer deutscher Bienenliteratur und teils auch heute noch unter einer Kolonie eine Ansammlung von Nestern auf engem Raum verstanden wird. Für ein solches Phänomen einer Nestansammlung ist im Englischen wiederum der Begriff »aggregation« = Aggregation gebräuchlich. Für viele Bienenarten sind Nestansammlungen sehr charakteristisch, d.h. die Weibchen nisten gesellig in mehr oder weniger großen Aggregationen. Nestansammlungen können sich aus wenigen Nestern zusammensetzen, aber auch 10000 und mehr Nester enthalten. Wir finden sie nicht nur bei solitären, sondern auch bei kommunalen und eusozialen Arten. Am häufigsten werden sie bei Bienen beobachtet, die im Erdboden nisten.

Die Staaten oder Kolonien der Bienen setzen sich aus allen ausgewachsenen Nestinsassen und der fortschreitend gefütterten Brut zusammen. Sie können unterschiedlich groß sein. Im einfachsten Fall besteht eine Kolonie aus einem einzigen Weibchen und der von ihm fortlaufend gefütterten Larve. Dagegen haben starke Kolonien der Honigbiene 60000 adulte Individuen oder mehr und bei den tropischen Stachellosen Bienen der Gattung *Trigona* gibt es Arten, deren Kolonien aus 180000 Individuen bestehen können.

Bei semisozialen Arten lassen die Weibchen einer Generation wie bei eusozialen Arten Kasten und Arbeitsteilung erkennen, mit einer Differenzierung in Eierlegerin(nen) und sogenannte Hilfsweibchen mit unterentwickelten Ovarien. Die Nester enthalten aber meist nur jeweils eine einzige, noch nicht mit einem Ei belegte Zelle, obgleich mehrere Weibchen vorhanden sind. Eine semisoziale Lebensweise scheint nach den Untersuchungen von KNERER und PLATEAUX-QUÉNU bei einigen heimischen Furchenbienen (z. B. *Lasioglossum calceatum*) vorzuliegen.

Bei eusozialen Arten besteht die Kolonie aus Adulten zweier Generationen, Mutter (Mütter) und Töchter. Wir sprechen daher von einer matrifilialen Gesellschaft. Die eine(n) ist (sind) die Königin(nen), die anderen stellen die Arbeiterinnen. Bei den eusozialen Arten unterscheiden wir zwei Organisations-ebenen: primitiv eusoziale und hoch eusoziale Bienen.

Die Kasten primitiv eusozialer Arten sind morphologisch ähnlich und ein Futteraustausch fehlt oder ist selten. Alle eusozialen Furchenbienen der Gattung *Lasioglossum* und die Hummeln (*Bombus*) gehören zu diesem Typ. Einige Furchenbienen

der Gattung *Halictus* sind zwar auch matrifilial, aber ihre Sozialstruktur ist meistens nicht so hoch wie bei *Lasioglossum*. Oft ist eine Gruppierung in Haupteierlegerinnen und Hilfsweibchen treffender als eine in Königinnen und Arbeiterinnen. Die Kolonien sind in der Regel einjährig. Selten gibt es auch mehrjährige Kolonien und zwar bei *Lasioglossum marginatum*. Junge Hummelkolonien haben eine sogenannte subsoziale Phase: Die Kolonie besteht nur aus einem Weibchen und ihren noch in der Entwicklung befindlichen Nachkommen, die sie kontinuierlich versorgt. Die Kasten hoch eusozialer Arten unterscheiden sich morphologisch sehr deutlich und es findet ein intensiver Futteraustausch zwischen Adulten statt. Dieser Typ ist nur bei Honigbienen (*Apis*) repräsentiert.

Die Stufen solitär bis primitiv eusozial sind sich in einigen Punkten recht ähnlich, erst zwischen diesen und den hoch eusozialen Bienen tritt eine deutliche Zäsur ein. Die Kolonien sind immer mehrjährig. Einzeltiere sind nicht mehr überlebensfähig, auch eine Rückkehr zum solitären Leben ist nicht mehr möglich. Bei den anderen Typen tritt zumindest einmal im Lebenszyklus eine solitäre Phase auf, selbst Königinnen schon etablierter Hummel-Kolonien können in Notfällen die Sammeltätigkeit außerhalb des Nestes wieder aufnehmen.

Es gibt monogyne und polygyne Nestgründungen, je nachdem, ob eines oder mehrere Weibchen eine Kolonie gründen. Eine polygyne Kolonie hat gewöhnlich zwei oder mehrere Königinnen, aber diese Weibchen können auch nur potentielle Königinnen (= englisch »gynes«) sein.

3.1.3 Parasitische Bienen

Parasitisch lebende Bienen teilen wir in zwei Gruppen ein: Brutparasiten und Sozialparasiten.

Brutparasiten nutzen die Brutfürsorgeleistungen anderer Bienen aus. Sie bauen keine eigenen Nester und verproviantieren keine Brutzellen, sondern »schmuggeln« ihre Eier in Brutzellen anderer Bienenarten solitärer, kommunaler oder sozialer Bienen. Dort entwickeln sich ihre Larven auf Kosten der Wirtslarven, indem sie das Wirtsei aussaugen oder die junge Wirtslarve töten und anschließend den Futtervorrat verzehren. Sie werden daher auch »Kuckucksbienen« bzw. Futter- oder Nestparasiten genannt. Normalerweise verteidigt die Wirtsbiene ihr Nest gegenüber dem Parasiten, sofern sie diesem begegnet; ausnahmsweise (*Nomada*) kann auch ein friedfertiges Verhältnis bestehen. Adulte Kuckucksbienen sind immer entweder Weibchen

mit voll entwickelten Ovarien oder Männchen. Meist sind sie nur wenig behaart und oft bunt gefärbt. Die Weibchen besitzen obendrein keine Pollentransporteinrichtungen. Zu den Kuckucksbienen gehören die Gattungen *Ammobates*, *Ammobatoides*, *Biaestes*, *Coelioxys*, *Dioxys*, *Epeoloides*, *Epeolus*, *Melecta*, *Nomada*, *Pasites*, *Sphecodes* und *Thyreus*.

Sozialparasiten bauen ebenfalls keine eigenen Nester, noch sammeln sie Nahrung, vielmehr lassen sie ihre Brut von anderen sozialen Bienen aufziehen. Die Schmarotzerhummeln (*Psithyrus*) sind typische Sozialparasiten.

3.1.4 Lebenszyklen

In Mitteleuropa haben die meisten Bienen nur eine Generation im Jahr (univoltine Arten) und überdauern den Winter (und den größten Teil des restlichen Jahres) als Vorpuppe, auch Ruhelarve genannt (Larve, die sich ihrer Exkremente vollständig entleert hat). Die Löcherbiene *Heriades truncorum* zum Beispiel schlüpft als adulte Biene gewöhnlich Mitte bis Ende Juni. Das Weibchen lebt nach der Paarung rund 4 Wochen und versorgt während dieser Zeit durchschnittlich 8 Brutzellen. Innerhalb von 45 Tagen entsteht aus dem Ei über ein Larvenstadium die Vorpuppe, die nun ihre weitere Entwicklung unterbricht und bis zum Mai des kommenden Jahres in der Brutzelle bewegungslos verharrt. Erst dann verpuppt sie sich und nach rund 3 Wochen liegen die fertig entwickelten Bienen im Nest, das sie einige Tage später bei günstigem Wetter verlassen. Die bei der Löcherbiene eingeschaltete Phase ausgeprägter Entwicklungsruhe mit herabgesetztem Stoffwechsel nennen wir »Diapause«. Sie unterliegt meist einem endogenen Rhythmus und steht oft in Beziehung zur Überwinterung. Bei Bienen unterscheidet man Larven-, Puppen- und Imaginaldiapause. Eine Puppendiapause gibt es aber nur selten. Einige Arten mit nur einer Generation erreichen das Stadium der adulten Biene noch im gleichen Jahr, schlüpfen aber nicht, sondern überwintern in ihrer Zelle. Eine solche Imaginaldiapause ist typisch für Arten, die bereits im Frühling fliegen. Bei einigen Arten mehrerer Gattungen (z.B. *Andrena*, *Osmia*, *Megachile*) kommen auch 2 Generationen in einem Jahr zustande, eine Frühjahrs- und eine Sommergeneration (bivoltine Arten). Der gesamte Lebenszyklus der Mehrzahl der Arten wird innerhalb eines Jahres vollendet. Dies ist auch bei sozialen Arten wie den Hummeln der Fall. Lediglich die Furchenbiene *Lasioglossum marginatum* und die Honigbiene haben mehrjährige Entwicklungszyklen.

Die Honigbiene können wir vom zeitigen Frühjahr bis zum späten Herbst im Freien antreffen, nicht jedoch die überwiegende Zahl der Wildbienen. Mit Ausnahme der eusozialen Arten erscheinen alle Wildbienen zu ganz bestimmten Jahreszeiten. Wir bekommen diese Arten daher nur wenige Wochen im Jahr zu Gesicht. Bei den Sandbienen läßt sich dies besonders deutlich aufzeigen. Einige Arten (z.B. *Andrena clarkella*, *A. ruficrus*) zeigen sich schon Ende Februar oder Anfang März, während andere erst im August erscheinen, wie *A. marginata*, die man in manchen Jahren noch im September beobachten kann.

Bei den solitären und kommunalen Wildbienen kann man grob Frühjahrs-Arten, Frühsommer-Arten, Hochsommer-Arten und Herbst-Arten unterscheiden. Durch Witterungseinflüsse können sich aber die Erscheinungszeiten auch verschieben. Im höheren Bergland erscheint ein und dieselbe Bienenart 2–4 Wochen später als in niederen Lagen.

Die Männchen nahezu aller Gattungen erscheinen bereits vor ihren Weibchen. Dieses Phänomen des früheren Auftretens der Männchen bezeichnen wir als Proterandrie, ein Begriff, der auch in der Botanik im Zusammenhang mit der Reifung der Staubblätter gebraucht wird. Am ausgeprägtesten ist diese Proterandrie bei den Langhornbienen (*Eucera*) und den Pelzbienen (*Anthophora*), beträgt hier doch der Unterschied in der Erscheinungszeit von Männchen und Weibchen bis zu 3 Wochen. Bei dem Gros der Bienen beträgt die Differenz etwa 8 Tage, bei manchen Arten auch nur 3–4 Tage. Bei einigen Wollbienen (*Anthidium*) finden wir sogar die bei Bienen sehr außergewöhnliche Proterogynie, das heißt, bei ihnen erscheinen die Weibchen sogar etwas vor den Männchen. Holzbienen (*Xylocopa*) und Keulhornbienen (*Ceratina*) schlüpfen noch im Jahr ihrer Entwicklung, überwintern in beiden Geschlechtern als adulte Tiere in Höhlungen (*Xylocopa*) oder im Geburtsnest (*Ceratina*) und paaren sich erst im Frühjahr bzw. Frühsommer.

Das Brutgeschäft beginnen die Weibchen der meisten Arten unmittelbar nach der Begattung. Bei den meisten Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*) und Blutbienen (*Sphecodes*) sowie bei allen Hummeln (*Bombus*) und Schmarotzerhummeln (*Psithyrus*) überwintern die begatteten Weibchen und schreiten erst nach der Überwinterung zur Brut.

3.1.5 Geschlechtsbestimmung

Bei den Bienen entwickeln sich die Männchen immer aus unbefruchteten Eiern, während die

Weibchen bei den meisten Arten aus befruchteten Eiern entstehen. Die Entwicklung von Weibchen durch Parthenogenese ist bei Wildbienen bisher lediglich von der nordamerikanischen Alkalibiene *Nomia melanderi* bekannt (STEPHEN et al. 1969) und der südeuropäischen Keulhornbiene *Ceratina dallatorreana* (DALY 1983).

3.1.6 Entwicklung der Biene

Die Bieneier haben alle, soweit bekannt, eine zylindrische, schwach gekrümmte, und an den beiden Polen abgerundete Gestalt und sind von milchigweißer Farbe. Bis zum Schlüpfen der Larven vergehen in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur 4–10 Tage. Die Larven sind typische Maden, sie haben weder Beine noch Augen. Nach dem Schlüpfen sind sie wie das Ei gefärbt, aber allmählich nehmen sie durch die Nahrungsaufnahme eine dunklere Färbung an. Die Dauer des Futterverzehr beträgt 2–4 Wochen, wobei die meisten Bienen erst nach Beendigung der Larvalzeit ihre Exkremente abgeben, Vertreter der Familie Megachilidae aber bereits während der Wachstumsphase. Viele Bienenlarven spinnen, nachdem sie ihre Wachstumsphase abgeschlossen haben, einen schützenden Kokon aus eigenen Drüsensekreten. Meist wird der Kokon erst nach dem Entleeren der Exkremente (Kotabgabe) gefertigt, die Honigbiene ausgenommen. Der Kokon schützt die Jungbiene während ihrer Metamorphose (Verwandlung) von der Larve zur adulten Biene. Eine ganze Reihe von Bienenarten fertigt jedoch keinen Kokon. Nach der Kotabgabe bzw. der Fertigstellung des Kokons schließt sich eine mehr oder weniger lange Zeit der Ruhe an, bevor die Verpuppung erfolgt. Dieses Stadium der Ruhelarve oder Vorpuppe dauert je nach Klima, Erscheinungszeit und Art wenige Wochen bis 11 Monate. Bei der Verpuppung wird die Larvenhaut abgestreift. Die Puppe hat bereits die Umrisse der fertigen Biene. Alle Teile sind weißlich und äußerst zart. Der Körper ist langgestreckt und die Flügel, die noch nicht entfaltet sind, liegen als kleine, glasklare, häutige Päckchen dem Thorax eng an. Im Verlauf der Puppenruhe färben sich zunächst die Komplex- und Punktaugen, später die Mundwerkzeuge, die Fühler, der Thorax usw. durch sukzessive Pigmentierung aus und die Haemolymphe (Blutflüssigkeit) wird in die Flügel gepumpt, wodurch sie gestreckt werden. Am Ende der Puppenzeit bricht die Puppenhaut am Thoraxrücken auf und wird durch Bewegungen des Insekts nach und nach abgestreift. Als Endergebnis finden wir die fertig entwickelte

Biene, das Vollinsekt, auch Imago genannt, in der Brutzelle vor. Die Behaarung ist anfangs silbrigweiß und liegt dem Körper dicht an. Erst im Verlauf der Sklerotisierung (Härtung der Kutikula) nimmt sie ihre endgültige Färbung an. Das Verlassen des Kokons oder der Zelle erfolgt mit Hilfe der Oberkiefer und der Beine.

3.1.7 Fortpflanzungsrate

Solitärbienen sind im allgemeinen nicht besonders fruchtbar. Da die Lebensdauer der Weibchen meist auf 4–6 Wochen begrenzt ist und für Bau und Versorgung einer einzigen Brutzelle im allgemeinen mindestens 1 Tag benötigt wird, haben sie nur maximal 20–40 Nachkommen pro Weibchen. Bei Schlechtwetterperioden und ungünstigen Nistplatzverhältnissen ist die Fortpflanzungsrate (Reproduktionsrate) noch geringer. Da ein Teil der Brut Räubern oder Parasiten zum Opfer fällt oder sich aus sonstigen Gründen (Verpilzung etc.) nicht entwickelt und obendrein ein mehr oder weniger hoher Anteil der Nachkommen von Solitärbienen aus Männchen besteht, resultieren im günstigsten Fall aus einer Brut etwa 10 fortpflanzungsfähige Weibchen. Ähnliche Reproduktionsraten liegen vermutlich bei den kommunalen Arten vor. Bei den sozialen Bienen hingegen müssen wir mit wesentlich höheren Zahlen rechnen. Bei sozialen Furchenbienen produziert eine Königin 30–100 Individuen (*LasioGLOSSUM malachurum*), maximal 1500 Individuen (*LasioGLOSSUM marginatum*) im Verlauf der Kolonienentwicklung. Hummelköniginnen erzeugen meist nicht mehr als 100, in einzelnen Fällen bis zu 800 Nachkommen im Verlaufe einer Vegetationsperiode. Die Honigbienenkönigin hingegen bringt es im Laufe ihres 3–4jährigen Lebens auf über 100 000 Nachkommen, in den Monaten Mai/Juni kann sie mitunter 1200–1500 Eier pro Tag legen.

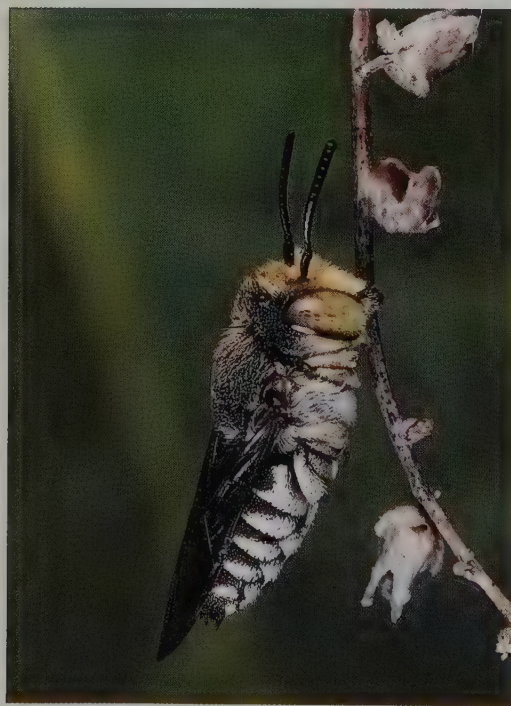
Entwicklungsstadien der Mauerbiene *Osmia cornuta*

a) Brutzelle mit Pollenvorrat und Ei; b) frisch geschlüpfte Larve; c) aufgesockelte, einen Tag alte Larve; d) die Larve hat den Futtervorrat halb verzehrt; e) ausgewachsene Larve; f) die Larve hat mit dem Spinnen des Kokons begonnen; g) fertiger Kokon; h) Puppe mit bereits dunkel gefärbten Komplexaugen.



3.1.8 Schlafgewohnheiten

Nachts, bei schlechtem Wetter oder in den Mittagsstunden sehr heißer Tage sind Wildbienen in der Regel inaktiv. Sie ruhen dann entweder in ihren Nestern, in sonstigen Hohlräumen, graben sich ein oder suchen die Blüten der Glockenblumen (*Campanula*), Storchschnäbel (*Geranium*) und Malven (*Malva*) oder die Köpfchen von Wegwarten (*Cichorium*), Disteln (*Cirsium*, *Carduus*, *Onopordum*) oder Flockenblumen (*Centaurea*) zum Schlafen auf. Andere hängen sich, oft zu mehreren, unter die Körbchen von Kardengewächsen oder Korbblütlern. Manche beißen sich mit den Mandibeln an einem Blattstiel, an einem kleinen Zweig oder an einem Grashalm fest und verharren regungslos mit hängendem oder waagrecht abstehendem Körper. Vor allem Kegelbienen (*Coelioxys*), Wespenbienen (*Nomada*), Filzbienen (*Epeolus*) und Bastardbienen (*Trachusa*) findet man auf diese Weise, manchmal als größere Schlafgesellschaften. Die Männchen von Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*) versammeln sich zur gemeinsamen Nachtruhe auf dürrn Fruchtständen (vgl. SCHREMMER 1955a).



Ein schlafendes Männchen der Kegelbiene *Coelioxys afra*, das sich mit den Mandibeln an einem dürrn Stengel vom Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*) festgebissen hat.

3.1.9 Verteidigung

Zahlreiche Bienen verteidigen ihre Nester gegenüber eindringenden Insekten, z. B. Nestkonkurrenten der eigenen Art oder Räubern und Parasiten. Gegenüber Menschen zeigen unter den heimischen Arten lediglich die Honigbiene und manche Hummeln ein Verteidigungsverhalten im Nestbereich. Die übrigen Bienen einschließlich der eusozialen Furchenbienen verteidigen ihre Brut nicht, selbst wenn man sich an Stellen aufhält, wo Tausende von Weibchen dicht beieinander nisten.

Zur Verteidigung wird meist der Stachel eingesetzt, der ein Kennzeichen fast aller Stechimmen (Name!) (Hymenoptera Aculeata) ist. (Die Stachellosen Bienen der Tropen verteidigen sich durch Bisse oder durch die Abgabe von Sekreten.) Stammesgeschichtlich leitet sich der Stachel, den nur die Weibchen besitzen, aus einem Organ zur Eiablage (»Legebohrer«) ab. Bei den Grab-, Weg- und Faltenwespen dient der Giftstachel in erster Linie zur Lähmung ihrer Beutetiere. Bei den blütenbesuchenden Bienen hat er diese Funktion jedoch eingebüßt und dient nur noch als Waffe zur individuellen Verteidigung oder der Brut bzw. Futtervorräte. Während Honigbienen und manche Hummelarten in der Nähe des Nestes einen Störenfried gezielt angreifen und zu vertreiben versuchen, kommt es bei den anderen heimischen Bienen nur dann zu einem Stich, wenn sich die Weibchen individuell bedroht fühlen, z. B. wenn man die Tiere zwischen den Fingern drückt, mit bloßen Füßen auf sie tritt oder sie zwischen Bekleidung und Haut geraten. Während die Stiche von Honigbienen wie die der staatenbildenden Wespen wegen ihrer Schmerz und Schwellungen erzeugenden Wirkung gefürchtet sind, verursachen die Stiche der meisten Wildbienen mit Ausnahme der Hummeln nur einen geringen und nur wenige Minuten anhaltenden Schmerz. Zudem ist der Stich harmlos, es sei denn die gestochene Person ist spezifisch allergisch, ein allerdings seltener Fall. Bei vielen Wildbienen, z. B. bei den Maskenbienen (*Hylaeus*) und den Sandbienen (*Andrena*), ist der Stachel so schwach, daß damit die menschliche Haut nicht durchdrungen werden kann. Selbst bei jahrelanger intensiver Beschäftigung mit Wildbienen kommt es nur selten zu einem Stich, in der Regel nur dann, wenn man die Weibchen mit den Fingern festhält, z. B. um sie für Beobachtungszwecke zu markieren.

Der Stachel von Honigbienen, Hummeln und anderer Stechimmen hat kleine Widerhaken. Während jedoch Wespen und Wildbienen ihren Stachel nach dem Stich wieder aus der Haut herausziehen und

mehrmals zustechen können, bleibt der Stechapparat der Honigbienen-Arbeiterin hängen, reißt aus dem Bienenkörper heraus und pumpt selbständig die gesamte Giftmenge in die Einstichstelle. Eine Honigbiene kann deshalb in der Regel nur einmal stechen und stirbt an den Verletzungen, die durch das Herausreißen des Stachels im Hinterleib entstehen. Die Hummeln und die übrigen Bienen können mehrfach stechen, nehmen dadurch aber keinen Schaden. Wie KULIKE & STRAUSS (1987) aufzeigen, beruht dieser Unterschied im Stechvorgang auf einer verschiedenartigen Ausbildung der Muskulatur und nicht, wie oft angenommen, auf unterschiedlich großen Widerhaken am Stachel dieser Hautflügler.

Über die Inhaltsstoffe des Giftsekrets von Honigbienen berichten NEUMANN (1954), HABERMANN (1968) und JENTSCH (1974).

3.1.10 Nestbauten

Das Nest ist ein von den Bienen konstruierter Bau, in dem die Eier abgelegt werden und die Brut aufgezogen wird. Ebenso ist es der Ort, an dem die Adulten, zumindest die Weibchen, die meiste Zeit verbringen, es sei denn sie sind unterwegs, um Nahrung oder Baumaterial zu sammeln. Grundelemente des Nestes sind die Brutzellen, das sind bestimmte, fast immer streng abgegrenzte und voneinander durch Trennwände isolierte Kammern, in dem die gesamte Entwicklung einer einzelnen Biene vom Ei bis zur Imago verläuft. Die Größe der Brutzelle entspricht normalerweise der Größe der sich in ihr entwickelnden Biene. Lediglich bei den Hummeln entwickeln sich mehrere Larven in einer gemeinsamen Kammer, die im Verlauf des Larvenwachstums erweitert wird. Bei der Mauerbiene *Osmia brevicornis* wachsen mehrere Larven in einem einzigen großen, polengefüllten Hohlraum auf. Zwar bauen Grab-, Weg- und Faltenwespen ebenfalls Nester, in der Mannigfaltigkeit der Nestbauten werden sie jedoch bei weitem von den Bienen übertroffen. Die Vielfalt der Nestbauten und der hierzu verwendeten Baumaterialien ist ungemein groß. Es hat bereits mehrere Versuche gegeben, Bienenester nach unterschiedlichen Kriterien zu klassifizieren (VERHOEFF 1892a, FRIESE 1923, MALYSHEV 1921, 1936, 1938, SAKAGAMI & MICHENER 1962, STEPHEN et al. 1969). Aufgrund zahlreicher Übergänge fällt es allerdings ziemlich schwer, ein allen Nestern gleichermaßen gerecht werdendes System zu schaffen.

Nester, die grundsätzlich einzellig sind, treten bei Bienen sehr selten auf. Regelmäßig finden sie sich

wohl nur bei der Mauerbiene *Osmia papaveris*. Bisweilen legen auch andere Bienen als Folge ungünstiger Bedingungen ausnahmsweise nur eine Zelle an. Bei den mehrzelligen Nestern kann man nach der Art der Nestanlage (Architektur) grob folgende Bautypen unterscheiden:

1. Linienbauten: Mehrere Zellen in einer Reihe angeordnet, wobei der Deckel der ersten Zelle zugleich den Boden der zweiten bildet usw.; in der Erde, in markhaltigen und hohlen Pflanzenstengeln, in Käferfraßgängen und vergleichbaren röhrenförmigen Hohlräumen; u. a. bei *Hylaeus*, *Colletes*, *Anthidium*, *Heriades*, *Chelostoma*, *Osmia*, *Megachile*, *Anthophora*, *Xylocopa* und *Ceratina*. Bei *Anthophora* und *Trachusa* sind die Nester dicht beieinander liegende, sich verzweigende Linienbauten in der Erde.

2. Zweigbauten: Von einem Hauptgang führen kurze Seitengänge zu den Brutzellen in der Erde: bei *Rophites*, *Dufourea*, *Systropha*, *Halictus*, *Lasioglossum*, *Andrena*, *Dasypoda*, *Melitturga*, *Eucera* und *Tetralonia*.

3. Haufenbauten: Zellkomplexe frei an Steinen bei einigen *Osmia*-Arten und bei *Megachile parietina*; Zellreihen bei *Anthidium strigatum*; in Hohlräumen bei *Anthidium manicatum*; Zellhaufen auch bei Hummeln.

4. Wabenbauten: Als Grabwaben in der Erde: bei *Halictus quadricinctus* und einigen *Lasioglossum*-Arten. Aus Wachs in Hohlräumen: bei der Honigbiene.

3.1.11 Bauweise und -materialien

Nach der Art und Weise, wie die Nester zustande kommen, können wir grob folgende Gruppen unterscheiden:

- mit Hilfe der Mandibeln und/oder der Beine werden die Nestgänge zur Aufnahme der Brutzellen im Erdboden gegraben.
- mit Hilfe der Mandibeln werden die Gänge in markhaltigen Stengeln bzw. in morschem Holz ausgenagt.
- vorgefundene Hohlräume in der Erde, in Felsspalten, in Holz, Pflanzenstengeln, Gallen etc. werden besiedelt, es wird also nicht gegraben oder genagt.
- Aus Harz oder mineralischem bzw. pflanzlichem Mörtel werden die Nester freistehend oder in Vertiefungen gebaut.

Mit Ausnahme der nestbauenden Arten der Familie Megachilidae und der Hosenbienen (*Dasypoda*), Hummeln (*Bombus*) und Honigbienen kleiden alle Bienen ihre Brutzellen mit einem Sekret aus, das entweder einer Hinterleibsdrüse, der sogenann-

ten Dufour-Drüse oder Speicheldrüsen, die im Thorax liegen, entstammt. Megachiliden, also Woll- und Harzbienen (*Anthidium*), Löcherbienen (*Heriades*), Scherenbienen (*Chelostoma*), Mauerbienen (*Osmia*) sowie Blattschneider- und Mörtelbienen (*Megachile*) verwenden zum Nestbau verschiedenste Fremdmaterialien wie Stücke von Laub- oder Blütenblättern, Pflanzenhaare, Harz, Sand, Lehm oder Steinchen.

Keulhornbienen (*Ceratina*) und Holzbienen (*Xylocopa*) bauen ihre Zwischenwände zwischen den einzelnen Brutzellen aus Mark- bzw. Holzpartikeln. Die Hummeln und die Honigbiene bauen ihre Zellen aus dem Wachs spezieller Drüsen.

3.1.12 Nistplatzwahl

Alle Bienenarten sind in der Wahl ihrer Nistplätze mehr oder weniger hochspezialisiert. Es ist daher von entscheidender Bedeutung für die Verbreitung einer Bienenart, ob und in welcher Häufigkeit geeignete, nämlich artspezifische Nistplätze zur Verfügung stehen. Bienenester findet man in der Erde, in morschem Holz, in Pflanzenstengeln, in Schneckenhäusern, in alten Gallen, in sonstigen Hohlräumen, an Steinen und Felsen, an Stengeln oder Baumstämmen. Bienen, die im Erdboden nisten, bauen entweder in horizontalen, schwach geneigten oder vertikalen Flächen, an völlig vegetationsfreien, schütter oder dicht bewachsenen Stellen. Die einen nisten nur im Sandboden, andere wiederum nur in Löß oder Lehm, wieder andere nehmen mit allerlei Substraten vorlieb. Bei den einen muß der Boden locker, bei den anderen fest sein.

Von den rund 380 nestbauenden Arten der Bundesrepublik Deutschland nistet die überwiegende Mehrheit, nämlich 278 Arten (73%) in der Erde.

Wildbienen finden sich in ihrem Lebensraum mit Hilfe ihres ausgezeichneten Orientierungssinnes zu recht, der sie sicher an den Ort ihrer Nestanlage zurückleitet. Nach dem Verlassen des Nestes vollführt das Weibchen – v.a. zu Beginn des Nestbaus oder der Verproviantierung – einen Orientierungsflug. Bei der Rückkehr erkennt das Weibchen an Pflanzen und anderen Marken der Umgebung (Steine, Schneckenhäuser, Wurzeln etc.) die Lage der Nestöffnung. Veränderungen der Landmarken im unmittelbaren Nestbereich bei Abwesenheit des Weibchens (z.B. durch einen Fotografen) können dazu führen, daß die Biene die Nestöffnung nach der Rückkehr nicht mehr oder erst nach langer Zeit wiederfindet. Tiere, die ihr Wohngebiet gut kennen, finden auch aus größerer Distanz (je nach Art

150 m bis über 4 km) zu ihrem Nest zurück, wenn man sie abfängt und in einiger Entfernung vom Nest wieder frei läßt (vgl. MOLITOR 1936).

3.1.13 Nistplatzkonkurrenz

Eine Konkurrenzsituation liegt dann vor, wenn zwei oder mehr Arten den gleichen Umweltfaktor (Resource) benötigen und sich daher im Wettbewerb miteinander befinden (s. Kap. 5.7). Eine unverzichtbare Ressource von Bienen ist der Nistplatz. Bereits zu Anfang des Jahrhunderts war die Konkurrenz um nur begrenzt vorhandene Nistgelegenheiten bekannt. HÖPPNER (1908) hat dies am Beispiel der Bewohner von Brombeerstengeln aufgezeigt. Aber nicht nur markhaltige Stengel und Zweige, auch Käferfraßgänge, leere Schneckenhäuser, alte Gallen und sonstige vorhandene Hohlräume sind Nistplätze, um die oberirdisch nistende Arten miteinander konkurrieren. Bei den im Erdboden nistenden Arten ergibt sich wesentlich seltener eine Konkurrenzsituation. Je strukturärmer eine Landschaft ist und je geringer das Angebot an spezifischen Nistgelegenheiten, desto eher kommt es zu einer Konkurrenzsituation.

Um einen Käferfraßgang bestimmten Durchmessers können sowohl Weibchen der gleichen Bienenart konkurrieren, als auch Weibchen verschiedener Arten. Ersteres kann nur durch unmittelbare Beobachtung ermittelt werden. Im zweiten Fall gibt es eine direkte Form, wenn die nestbauenden Weibchen gleichzeitig fliegen, die Konkurrenz kann sich aber auch indirekt äußern. Nistplätze, die von Frühjahrsarten bereits bebaut wurden, können von später erscheinenden Arten nicht mehr genutzt werden; umgekehrt kann eine spät fliegende Art durch Überbauen unvollendet gebliebener Nestgänge der früher aktiven Art deren Nachkommen am Schlüpfen hindern. Indirekte Nistplatzkonkurrenz liegt z.B. vor zwischen den Mauerbienen *Osmia rufa*, *O. brevicornis* und *O. adunca* sowie zwischen den beiden Scherenbienen *Chelostoma florissomne* und *C. fuliginosum*. BRECHTEL (1986) hat die zwischenartliche, direkte Konkurrenz einiger Hohlraumbesiedler untersucht. So treten u.a. folgende Arten miteinander in Wettbewerb um die gleiche Niströhre: die Mauerbienen *Osmia caerulea* und *O. rufa*, die Löcherbiene *Heriades truncorum* und die Scherenbiene *Chelostoma fuliginosum*, die Mauerbiene *Osmia fulviventris* und die Scherenbiene *Chelostoma fuliginosum*. MADDOCKS & PAULUS (1987) behandeln die Konkurrenz zwischen den beiden Mauerbienen *Osmia cornuta* und *O. rufa*.

Bisweilen werden bereits begonnene Nester von einem Weibchen der gleichen oder einer anderen Art überbaut, d.h. das noch bauende Weibchen wird von einem anderen Weibchen verdrängt. Diese Art der Verdrängung kann natürlich nur bei Arten mit sich überschneidenden Flugzeiten auftreten.

Selbstverständlich treten auch Vertreter anderer Stechimmen-Gruppen, z.B. solitäre Faltenwespen und Grabwespen, als Konkurrenten auf.

Als Strategien zur Konkurrenzvermeidung sind mehrere Möglichkeiten denkbar:

- Arten mit ähnlichen Raumansprüchen an den Nistplatz haben unterschiedliche Flugzeiten.
- Arten mit ähnlichen Flugzeiten haben unterschiedliche (Lebens)Raumansprüche.

3.2 Lebensweise und Verhalten mitteleuropäischer Bienen

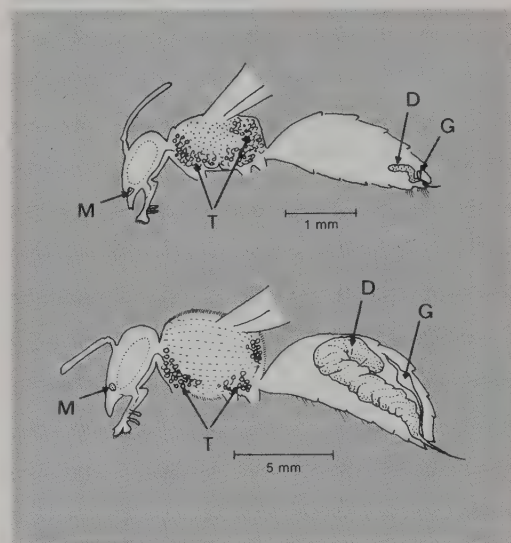
3.2.1 Hylaeus, Maskenbienen

Die *Hylaeus*-Arten sind typische Sommerformen, die in Deutschland ab Mai erscheinen und bis Ende August, manchmal bis Mitte September fliegen. Die heimischen Arten haben in der Regel nur eine Generation im Jahr, wenige (z.B. *H. communis*, *H. variegatus*) treten zumindest partiell in einer zweiten Generation auf. Der Winter wird als Ruhelarve überdauert. *Hylaeus* ist nur schwach proterandrisch, die Männchen erscheinen in der Regel wenige Tage vor oder gleichzeitig mit den Weibchen.

Maskenbienen kommen von der Ebene bis in die höheren Lagen der Mittel- und Hochgebirge vor und werden in den verschiedensten Lebensräumen angetroffen, vor allem an Waldrändern, in Hecken, an Ruderalstellen, in Sand- und Lehmgruben, in Gärten und Parks. *H. pectoralis* zeigt eine starke Bindung an Schilfröhrichte, *H. rinki* an Wälder. Als Nistplätze dienen meist vorgefundene Hohlräume (Käferfraßgänge, verlassene Nester anderer Stechimmen). Die meisten Arten nisten in altem Holz, in Pfosten, Pfählen und Zäunen (z.B. *H. communis*), einige bevorzugt in markhaltigen, dünnen Stengeln oder Brombeerranken, wo das Mark vom Weibchen auch selbst ausgeräumt wird (z.B. *H. gracilicornis*, *H. rinki*); in Löß- und Lehmwänden nistet *H. hyalinatus*; *H. nigrinus* baut die Nester gerne in Mauerritzen oder zwischen aufeinander liegenden Steinen. Zwei Arten zeigen eine besondere Nistplatzwahl: *H. pectoralis* nistet in verlassenen Schilfgallen und *H. variegatus* bevorzugt alte Nester anderer Bienenarten im Erdboden.

Der größte Teil der Arten ist im Blütenbesuch wenig wählerisch. Sehr gerne werden die verschiedensten Doldenblütler (Apiaceae) besucht, außerdem Reseden (*Reseda*), Glockenblumen (*Campanula*), Sandrapunzel (*Jasione*), Lauch (*Allium*) und Natterkopf (*Echium*). Drei Arten der deutschen Fauna sind oligolektisch. Diese finden wir daher in der Regel nur auf ihren spezifischen Futterpflanzen: *H. signatus* auf Reseden, *H. nigrinus* auf bestimmten Korbblütlern und *H. punctulatus* auf Lauch-Arten, die im Hochsommer blühen. Da die Maskenbienen keine Pollenspeicher außerhalb des Körpers besitzen, wird der Pollen mit den Mundwerkzeugen aufgenommen und im Kropf gespeichert. Der Pollen wird nur mit den Mandibeln von den Staubbeuteln geerntet, wobei sich die Weibchen oft, z.B. beim Natterkopf, direkt an die Filamente hängen. Nektar wird meist von Blüten mit leicht erreichbarem Nektar gesammelt.

Allen *Hylaeus*-Arten ist eigen, daß ihre für die Brutzellen gewählten Hohlräume mit einem Sekret ausgekleidet werden, ähnlich wie bei *Colletes*. Bereits FERTON (1923) hatte festgestellt, daß dieses seidene Häutchen von der Zunge (Glossa) aufgetragen wird. Das Sekret entstammt vermutlich Speicheldrüsen, die im Thorax liegen (BATRA 1980), ist



Exokrine Drüsen von *Hylaeus* (oben) und *Colletes* (unten). Die Thorax-Speicheldrüsen (T) von *Hylaeus* sind groß, während die Dufour-Drüse (D) nur schwach entwickelt ist. Die U-förmige Dufour-Drüse von *Colletes* nimmt einen großen Teil des Hinterleibs ein, während die Thorax-Drüsen klein sind.

M = Duftstoffe sezernierende Mandibeldrüsen;

G = Giftdrüsen des Stachelapparats (nach BATRA 1980).

demnach kein Produkt der im Abdomen gelegenen Dufour-Drüse wie bei *Colletes*. Auskleidungen der Brutzellen der nordamerikanischen Art *Hylaeus cressoni* ähnelten in ihrem Infrarot-Spektrum dem von Seide. Die Röntgenanalyse ergab, daß sie aus Proteinen (Eiweißkörpern) bestehen, wie man sie bei den Fasern von Schmetterlings- und Brackwespen-Kokons findet (BATRA 1972).

In Brombeerstengeln sind die einzelnen Brutzellen bisweilen durch abgenagte Markteilchen voneinander getrennt. Die Brutzellen werden mit einem nektarreichen und deshalb zähflüssigen Futterbrei etwa zu zwei Dritteln gefüllt. Das Ei wird direkt auf das Larvenfutter gelegt. Die Zelle wird mit einem Sekret-Deckel verschlossen. Oft sind die *Hylaeus*-Nester Linienbauten, bei denen die einzelnen Brutzellen zu mehreren (bis 20) hintereinander liegen, bisweilen aber durch Zwischenräume voneinander getrennt sind. In markhaltigen Stengeln oder Zweigen sind die Nestgänge oft geschlängelt. Der Nestverschluß wird ebenfalls mit Sekret gefertigt. Zumindest einige der in röhrenförmigen Hohlräumen nistenden Arten fertigen einen provisorischen Nestverschluß im Bereich des Nesteingangs bereits vor der Verproviantierung. Dieses Verschlußhäutchen weist im Zentrum zahlreiche in radialer Richtung verlaufende Spalten auf und gestattet der Biene jederzeit den Zugang zum Nest. Nach Abschluß der letzten Brutzelle wird dieses Provisorium mit zusätzlichem Sekret dicht verschlossen. Manche Arten (z.B. *H. nigritus*, *H. signatus*) bauen Nester mit unregelmäßig flächig verteilten Zellen.

Wie schon erwähnt, fallen zwei *Hylaeus*-Arten durch ihre besondere Lebensweise auf: *H. pectoralis* und *H. variegatus*.

Hylaeus pectoralis

H. pectoralis ist ein typischer Bewohner alter Gallen der Schilfgallenfliege *Lipara lucens* Meigen. In ausgedehnten Schilfröhrichtern kommt diese Maskenbiene regelmäßig vor. Im Freien wird man sie aber nur selten antreffen, am ehesten ist sie im Hochsommer durch Streifen der Vegetation oder durch gezielte Suche an Blüten (z.B. Blutweiderich, *Lythrum*) aufzufinden; erfolgversprechender ist aber die winterliche Suche nach Gallen. Allerdings finden sich diese immer nur dort, wo das Schilf schwachwüchsig ist und sehr lückige Bestände bildet (Land-schilf), z.B. auf brachgefallenen Feuchtwiesen. Die Gallen wird man am ehesten etwa in Kniehöhe entdecken. Es ist zwecklos, frische Gallen zu sammeln. Nur die alten Gallen werden von Stechimmen besiedelt. Grabwespen der Gattung *Pemphredon* überwiegen meist als Nachmieter. Bei einer größeren

Anzahl gesammelter Gallen wird man aber auch ohne Mühe Nester der Maskenbiene erhalten. Die bewohnten Gallen sind äußerlich leicht daran zu erkennen, daß ihre Spitze pinselförmig zerfetzt ist. Dies rührt von Blaumeisen her, die im Winter die Schilfröhrichte durchstreifen und die Gallen von oben her aufhacken, um die Larven zu fressen. Meist sind aber nur die obersten (zuletzt versorgten) Larven betroffen, so daß sich im Innern der stark verholzten und sehr harten Gallen weitere, unversehrte Larven befinden.

In den verlassenen Schilfgallen braucht das Weibchen nicht erst eine Neströhre auszunagen, es findet bereits einen geeigneten Hohlraum vor. Mit losem Mulm wird dieser nach unten abgeschlossen. Darüber werden nach und nach die 1–8 Brutzellen angelegt, die der harten Wand der Galle eng anliegen. Sie sind 5,5–7,5 mm lang; ihre Breite richtet sich nach dem inneren Durchmesser der Galle. Die Neströhre wird nach außen mit Halmspänen verschlossen. Die überwinternden Larven beginnen sich im Mai des nächsten Jahres zu verpuppen und verlassen etwa ab Mitte Juni die Galle als Imagines durch den Nesteingang.

Hylaeus variegatus

Auch *H. variegatus* nimmt gegenüber der überwiegenden Mehrzahl der heimischen Maskenbienen eine gewisse Sonderstellung in der Nistweise ein. Diese Art nistet ausschließlich in der Erde und zwar mit Vorliebe in sandigem Lehmboden oder in Sandboden an sonnigen Waldrändern, an Wegböschungen, in Sandgruben und auf Dünen. Die Nester liegen nicht vereinzelt, sondern meist in größerer Zahl dicht beieinander. Diese Biene gräbt ihre Niströhren nicht selbst, sondern nutzt zur Nestanlage alte Nester anderer Stechimmen, insbesondere verschiedener Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*). STOECKERT (1922), der sich mit der Lebensweise der Art näher befaßt hat, fand von ungefähr 30 Nestern nur ein einziges in einem alten Nistgang von *Lasioglossum pauxillum*, alle übrigen waren in verlassenen Nestern von *Halictus maculatus* angelegt. Mit Sicherheit benützt *H. variegatus* aber auch Nester anderer Stechimmen, sofern sie sich als geeignet erweisen. Männchen und Weibchen erscheinen nahezu gleichzeitig in der zweiten Juni-Hälfte. Nach dem Schlüpfen schwärmen sie für einige Tage an den Nistplätzen und paaren sich. Während die Männchen sich nach erfolgter Begattung noch eine Zeit lang auf Blüten herumtreiben und dann absterben, suchen die Weibchen einen geeigneten Platz für das Nest. Ist ein passender Gang gefunden, wird zunächst in der Öffnung ein Verschlußhäutchen

(»Schutzhäutchen«) aus Sekret gefertigt, das bereits FERTON beschrieben hat. Dessen Funktion ist nicht eindeutig geklärt. Das Eindringen einer Schmalbauchwespe der Gattung *Gasteruption* jedenfalls wird dadurch nicht verhindert.

Anschließend werden in den alten *Halictus*-Zellen oder im Hauptgang die zylinderförmigen *Hylaeus*-Zellen aus Sekret hergestellt und mit Nektar und Pollen der verschiedensten Pflanzen gefüllt. Im Blütenbesuch ist die *H. variegatus* nicht wählerisch. Das Larvenfutter wird wie bei den anderen *Hylaeus*-Arten im Körperinnern transportiert und in den Zellen wieder erbrochen. Es ist von zähflüssiger Beschaffenheit und riecht aromatisch. Nach Ablage des Eies direkt auf den Futterbrei wird die Zelle durch einen flachen, häutigen Deckel verschlossen. Die anschließend gebauten Brutzellen besitzen alle je einen Boden und einen Deckel und liegen linear hintereinander, teils aber auch seitlich des Hauptganges in den alten *Halictus*-Brutzellen. Die Biene paßt sich also den räumlichen Verhältnissen an. Nachdem die letzte der höchstens sechs Brutzellen pro Nest fertiggestellt ist, wird der Nistgang 5–10 mm unterhalb des anfangs gebauten »Schutzhäutchens« durch eine dichte Sekret-Membran verschlossen.

Das Ei schwimmt auf dem Futterbrei und ist 2,1 mm lang und 0,7 mm dick. Es ist von walzenförmiger, etwas gebogener Gestalt, milchweißer Farbe und stark glänzend. Der Kot wird von der Larve in Form von hellbraunen, walzenförmigen, meist wie Perlen aneinandergereihten Exkrementen ausgeschieden und am hinteren Ende der Brutzelle abgelegt. Larven der zu Beginn der Flugzeit gebauten Nester gehen in heißen Sommern nicht in Diapause, sondern verpuppen sich wenige Tage nach erfolgter Kotabgabe und verlassen als partielle zweite Generation etwa Mitte August ihre Nester. Die Larven der später angelegten Brutzellen hingegen überdauern den Winter im Stadium der Ruhelarve. Im kühleren Norddeutschland dürfte die Art regelmäßig nur eine Generation haben.



Zwei Brutzellen der Maskenbiene *Hylaeus communis* in einem Acrylglasröhrchen.

Hylaeus leptocephalus

TORCHIO (1984) hat Aspekte der Biologie, des Nestbaus und Entwicklung von Ei und Larve von *H. leptocephalus* im Gewächshaus eingehend untersucht und die folgenden Beobachtungen gemacht. Zur Kopula (Paarung) stürzt sich ein Männchen blitzschnell auf ein ruhendes Weibchen, packt dessen Körper mit seinen sechs Beinen und summt mit seinen Flügeln kurze Zeit (20–30 Sek.). Rasch folgt die Kopula, die 11–21 Sekunden dauert und während derer das Männchen fortwährend mit seinen Flügeln summt. Das Männchen bricht dieses Summen dann plötzlich ab, löst sich vom Weibchen und fliegt weg. Ein Weibchen paarte sich mit zwei Männchen innerhalb von 10 Minuten, aber offensichtlich werden »voll verpaarte« Weibchen für Männchen innerhalb von 24 Stunden nach dem Schlüpfen unattraktiv. Die bis zu 14 Brutzellen pro Nest werden in allen möglichen Hohlräumen angelegt. Ihre Lage im Nest und zueinander variiert stark. Es werden 1–3 Nestverschlüsse gebaut. Die Anfertigung der Zellauskleidung (»cell lining«) wurde von TORCHIO in waagrechten Glasröhrchen beobachtet. Sie erfolgt in 4 deutlichen, sich überschneidenden Phasen:

- 1) Anlegen der unteren Zellwand (Zellboden);
- 2) Verschließen der Zellrückwand;
- 3) Fertigstellung der oberen Zellwand;
- 4) Verdeckeln der Zelle nach Abschluß der Verproviantierung und der Eiablage.

Während der Abgabe des klaren, zähflüssigen und schnelltrocknenden Sekrets vom Mund arbeitet der mit speziellen Haaren (»glossal hairs«) ringsum ausgestattete Zungenvorderrand wie ein Malerpinsel beim Auftragen des Materials auf den Untergrund. Zur vollständigen Auskleidung werden mehrere Schichten nacheinander aufgetragen. Dort, wo sich die Schichten mehrfach und in verschiedenen Richtungen überlappen, finden wir kreuz und quer verlaufende, seidige Fäden. Beim Bau der Zellrückwand zieht die Biene durch Bewegungen des Kopfes und des Körpers bei gleichzeitiger Sekretabgabe Stränge, die mehrfach über- und nebeneinander angeheftet werden. Dabei dreht sich die Biene mindestens einmal um die eigene Achse. Die Rückwand besteht schließlich aus einem dichten Gespinnst seidiger Fäden. Nachdem nochmals Seide auf dieses Fasernetz aufgespinnelt wurde, beginnt das Weibchen mit dem Fertigen der oberen Zellwandung, indem Serien von seidigen »Pinselftrichen« in Richtung Nesteingang gelegt werden. Die Decke wird im übrigen so wie der Boden gebaut, immer wieder unterbrochen durch das Auftragen weiterer Schichten auf Boden und Rückwand. Zum Schluß wird der Ein-



Zwei Brutzellen der Maskenbiene *Hylaeus signatus* in einem verlassenen Nest der Mauerbiene *Osmia adunca* in einem Bambusröhrchen.

gang der jetzt zylinderförmigen Zelle noch etwas verengt, indem ringsum Sekret aufgebracht wird. Bevor aber mit der Verproviantierung begonnen wird, drückt das Weibchen die Auskleidung mit den Beinen etwas auseinander, wodurch sie enger an dem umgebenden Substrat anliegt.

Um eine Brutzelle zu versorgen, unternimmt das Weibchen 10–15 Flüge. Nach Abladen der letzten Futterladung kriecht das Weibchen aus dem Nest, dreht sich herum und schlüpft rückwärts wieder hinein. Die Spitze des Abdomens wird mit schnellen, rhythmischen, pumpenden Bewegungen in den Proviant gestoßen, wobei das Weibchen das Abdomen entlang der Seitenränder des Proviants vor und zurück schwingt. Das letzte Abdominalsegment besitzt auf der Bauchseite eine Gruppe grober, steifer Haare, die zusammen mit dem etwas ausgezogenen Sternum dazu dienen, die Seitenränder des Futtervorrats festzustampfen, um so eine bessere Verbindung mit der Zellauskleidung zu erreichen. Während durch bringt die Biene ihr Abdomen in eine Position direkt über der Mitte des Futtervorrats. Das Abdomen schwillt an und vibriert einige Sekunden lang. Wahrscheinlich wird hierbei eine flüchtige Substanz abgegeben, die auf der Oberfläche des Vorrats noch längere Zeit verbleibt, denn der vorher geruchlose Proviant riecht anschließend leicht ranzig. Unmittelbar nach diesen Tätigkeiten wird das Ei mitten auf das Larvenfutter abgelegt, wo es etwas eingetaucht auf der flüssigen Masse schwimmt. Die nach 3–5 Tagen schlüpfende Larve beginnt bereits im ersten Larvenstadium, das 24 Stunden dauert, zu fressen. Auch das zweite und dritte Larvenstadium häutet sich nach etwa einem Tag. Während des Wachstums krümmt sich die Larve zunehmend und bewegt sich kreisförmig um die Mitte der Proviantoberfläche. Wenn sie sich zum

vierten Stadium gehäutet hat, sind weniger als ein Drittel des Proviants verzehrt und sie ist kaum mehr als zweimal so groß wie im ersten Stadium. Während des vierten Stadiums wächst die Larve rapide, da sie über die Hälfte des restlichen Vorrats in den ersten 24 Stunden nach der letzten Häutung frisst. Währenddessen verändert sich die Lage der immer noch C-förmigen Larve von der zuerst horizontalen (in Bezug zum Vorrat) zu einer vertikalen. Kopf und Vorderteil der Larve stecken jetzt also im Futter, während der Rest des Körpers den Zellraum über dem Vorrat einnimmt. Auf diese Weise wird der restliche Proviant gefressen. Bald danach häutet sich die Larve zum fünften Stadium, wobei sie sich streckt, bis der Kopf zum Zelldeckel hin zeigt. Diese Häutungsfolge ist ein bemerkenswertes Kennzeichen von *Hylaeus*, da alle anderen bekannten Bienenlarven während des letzten (6.) Larvenstadiums die Hauptmasse des Futters verzehren und am meisten wachsen.

Die Kotabgabe beginnt bald nach Erreichen des 5. Larvalstadiums. Sie dauert 24–48 Stunden. Der Kot wird an der Zellrückwand angehäuft. Die Larven, die sich ohne Diapause weiterentwickeln, verpuppen sich 4–5 Tage nach der letzten Kotabgabe. Die Puppe bleibt zunächst für 2 Tage weiß, aber die Ocellen (Punktaugen) und die Komplexaugen werden am dritten Tag rosa. Am 4. Tag färben sich die Augen dunkler, bis sie schließlich am 7. Tag schwarz sind. Bis zum 11. Tag sind fast alle Körperteile schwarz. Am 12. Tag schlüpfen die Adulten, die am 13. Tag flugfähig sind. Junge, noch nicht ausgefärbte Puppen geben bereits den gleichen zitronenartigen Geruch ab wie die Adulten. Er rührt von Citral (Geranial, Neral) her, einem Duftstoff der



Nestverschluß von *Hylaeus signatus*.

Mandibeldrüsen, den man gut wahrnehmen kann, wenn man Maskenbienen vorsichtig mit zwei Fingern hält und an ihnen riecht (BERGSTRÖM & TENGÖ 1973).

3.2.2 Colletes, Seidenbienen

Die Arten der Gattung *Colletes* sind bis auf den bereits im zeitigen Frühjahr mit der Weidenblüte fliegenden *C. cunicularius* typische Sommerformen, die ab Ende Juni erscheinen und im Juli und August ihren Höhepunkt erreichen (u.a. *C. daviesanus*, *C. similis*, *C. fodiens*). Einzelne Arten findet man jedoch auch noch bis in den Herbst hinein (*C. succinctus*, *C. halophilus*). Alle heimischen *Colletes*-Arten haben nur eine Generation im Jahr.

In der Regel erscheinen die Männchen einige Tage vor den Weibchen. Die Männchen schwärmen – manchmal zu Tausenden (*C. cunicularius*) – an den vorjährigen Nistplätzen in zickzackartigem Flug 10–30 cm über dem Boden. Die Paarung erfolgt meist unmittelbar nach dem Schlüpfen der Weibchen auf dem Erdboden oder an trockenen Grashalmen. Bisweilen werden die beim Schlüpfen summenenden Weibchen auch von den Männchen ausgegraben (BERGSTRÖM & TENGÖ 1978, LARSEN et al. 1986). Bei *C. cunicularius* kann man faustgroße Knäuel von Männchen um ein schlüpfendes Weibchen herum beobachten. Die Geschlechter paaren sich entweder direkt am Ort des Schlüpfens oder fliegen kopulierend weg und beenden die Paarung in der Vegetation. Die Kopula dauert 2–8 Minuten. Nach der Paarung fliegt das Weibchen weg, das Männchen putzt sich einige Sekunden lang und gesellt sich dann wieder zu den anderen Männchen.

Einige Arten treten in manchen Lebensräumen häufiger auf, z. B. *C. cunicularius* in sandigen Flußauen, auf Binnendünen und in Sandgruben, *C. succinctus* in Sandheiden oder *C. halophilus* in Küstendünen. *C. daviesanus* ist ausgesprochen synanthrop und kommt als häufigste Art der Gattung vor allem im Siedlungsbereich regelmäßig vor. Alle Arten sind solitär und nisten in der Erde, bisweilen in großen Ansammlungen mit Hunderten von Nestern. Für die Anlage des Nestes bevorzugen manche Seidenbienen lockeren Sandboden (*C. cunicularius*, *C. nasutus*, *C. succinctus*), andere aber nehmen aber auch mit hartem Sandboden (*C. fodiens*) oder Lehmboden (*C. similis*) vorlieb. In unterschiedlichsten Sandsteinen nistet gern *C. daviesanus*. Zum Graben des Nestganges verwenden die Weibchen ihre Mandibeln. Dabei ist ein deutlicher Summton zu vernehmen. Die dabei entstehenden Vibrationen helfen möglicherweise beim Lösen der Erdpartikel. Mit

den Vorderbeinen wird das losgebissene Material unter dem Kopf nach hinten geschoben. Bei reichlich angehäuften Material dienen auch die Mittel- und Hinterbeine sowie das Abdomen zum Wegschieben.

Die Seidenbienen führen ihren Namen nach der besonderen Art der Auskleidung ihrer Brutzellen. Diese besteht aus einer sehr dünnen, durchscheinenden, wasserdichten, cellophanartigen (»seidigen«) Membran. Lange Zeit nahm man an, es sei ein Produkt der Mandibeldrüsen. Aber bereits DUFOUR (1835) vermutete eine im Abdomen der Biene gelegene und nach ihm benannte Drüse als Ursprung der Membran. Inzwischen konnte man DUFOUR'S Vermutung bestätigen und weiß, daß es sich bei der Membran um ein Sekret der Dufour-Drüse aus sogenannten Makrocyclischen Laktonen handelt, das ausschließlich von der ungewöhnlich breiten Zunge (Glossa) aufgetragen wird und – wahrscheinlich durch Zugabe eines enzymhaltigen Sekrets von Thorax-Speicheldrüsen – zu einem linearen Polyester (= Laminester) polymerisiert (ALBANS et al. 1980, BERGSTRÖM 1974, BERGSTRÖM & TENGÖ 1978, HEFETZ et al. 1979). Nach BATRA (1980) besteht im Falle des nordamerikanischen *C. inaequalis* die Herstellung der Auskleidung aus zwei sich abwechselnden und wiederholenden Handlungen: a) das von dem teilweise ausgefahrenen Stachel abgegebene Sekret wird aufgesogen; b) das Sekret wird wieder erbrochen und serienweise parallel und spiralig ausgestrichen. Dabei dreht sich die Biene um die eigene Achse und bewegt sich in der Zelle langsam vorwärts. ALBANS et al. (1980) hingegen haben bei *C. succinctus* beobachtet, wie die Biene ein Tröpfchen einer klaren Flüssigkeit aus dem Abdomenende abgab, sich dann herumdrehte und die Flüssigkeit auf der Oberfläche der Zellohnhöhle mit der Zunge ausstrich.

Die meisten Arten sind in der Wahl ihrer Pollenquellen mehr oder weniger eng spezialisiert und deswegen am ehesten auf ihren spezifischen Futterpflanzen anzutreffen: *C. cunicularius* auf Weiden (*Salix*), *C. daviesanus*, *C. fodiens* und *C. similis* auf bestimmten Korbblütlern, v.a. Rainfarn (*Tanacetum vulgare*) und Schafgarbe (*Achillea*), *C. nasutus* auf Ochsenzunge (*Anchusa*), *C. succinctus* auf Heidekraut (*Calluna vulgaris*), *C. halophilus* auf spät blühenden Korbblütlern der Küstengebiete wie Strand-Aster (*Aster tripolium*) und Acker-Gänsedistel (*Sonchus arvensis*).

Um Pollen und Nektar in der »Plastiktüte« anzuhäufen, sind mehrere Sammelflüge notwendig. Wenn die Zelle vollständig mit dem feuchten, teils halbflüssigen Bienenbrot verproviantiert ist, wird

ein Ei in unmittelbarer Nähe des Vorrats an die Decke der Zelle geheftet, wobei aber kein Teil des Eis den Futtervorrat selbst berührt. Bei schräg im Boden liegenden Brutzellen (*C. cunicularius*) hängt das Ei direkt über dem halbflüssigen Futterbrei. Nach der Eiablage verschließt das Weibchen die Brutzelle mit dem bereits bei der Herstellung der Zellwandung vorbereiteten Deckel gleichen Materials. Die Ränder des Deckels werden mit der übrigen Wandung dicht verklebt, so daß keine Lücken entstehen. Nach dem Schlüpfen verzehrt die Larve den Futtervorrat. Anschließend kotet sie, spinnt aber keinen Kokon. Bis auf *C. cunicularius*, dessen Larve sich bereits nach dem Futterverzehr verpuppt und noch vor dem Herbst bis zur Imago weiterentwickelt, überdauern alle Arten den Winter als Ruhelarve.

Während der Zeit des Nestbaus verbringen die Weibchen meist die Nächte in ihrer Neströhre. Die Männchen dürften ebenfalls in der Regel im Nestbereich unterirdisch schlafen. Manchmal kann man beobachten, wie sie sich am späten Nachmittag ein Schlafnest graben.

Beide Geschlechter der *Colletes*-Arten verströmen einen artspezifischen, manchmal zitronigen Duft. Vor allem bei *C. cunicularius* ist dieser deutlich wahrzunehmen. Die Mandibeldrüsen von neun untersuchten *Colletes*-Arten sezernieren die Duftstoffe Linalool, Neral und Geranial (monoterpene Alkohole), wobei Linalool die dominante flüchtige Komponente ist (BERGSTRÖM & TENGÖ 1978, HEFETZ et al. 1978, RAJOTTE 1979). Ihr zitrusähnlicher Duft wirkt auf beide Geschlechter stark anziehend (Signalwirkung). Die biologische Bedeutung dieser Duftstoffe ist aber noch nicht völlig geklärt. Unter Umständen haben sie eine Verteidigungsfunktion, da sie abgegeben werden, wenn man die Bienen in die Hand nimmt. Weitere Erklärungsmöglichkeiten sind die Bildung und Aufrechterhaltung von Aggregationen, das Markieren von Nahrungsquellen, das Auslösen und Stimulieren des Schwärmens der Männchen und das Markieren der männlichen Territorien.

Typische Kuckucksbienen bei *Colletes* sind Arten der Gattung *Epeolus* (Filzbienen), insbesondere *E. cruciger* und *E. variegatus*. *C. cunicularius* macht hierin allerdings eine Ausnahme, da bei ihm die Blutbiene *Sphecodes albilabris* lebt.

Zwei weit verbreitete *Colletes*-Arten sollen im folgenden noch etwas ausführlicher behandelt werden.

Colletes cunicularius

C. cunicularius bevorzugt zum Nisten lockeren Sandboden, der auch mit einer dünnen Humus-



Brutzelle der Seidenbiene *Colletes cunicularius*. Der gelbe Larvenproviant stammt von Weiden (*Salix*).

schicht bedeckt sein kann, oder sandigen Löß. Die Nester werden von April bis Mitte Mai auf ebenen oder schwach geneigten, nur mäßig oder nicht bewachsenen Flächen, gelegentlich auch in kleinen Abbruchkanten angelegt. Sie liegen entweder dicht beieinander, manchmal zu Hunderten auf wenigen Quadratmetern oder einzeln über größere Flächen zerstreut. Beim Ausschachten des Hauptganges entstehen typische, ca. 2 cm hohe und 5 cm breite Hügelchen, in denen der Nesteingang seitlich liegt und während der gesamten Bauzeit der Brutzellen offen bleibt. Den Aufbau des Nestes hat schon MALYSHEV (1927b) eingehend studiert und ausführlich beschrieben. Seine Beobachtungen konnten von mir bei Untersuchungen von Nestern in der Oberrheinebene bestätigt werden, weswegen ich mich weitgehend an seiner Beschreibung orientiere.

Von dem Flugloch des Nestes führt in die Tiefe zunächst ein schräger Gang bzw. der Eingangsteil der Höhle. Seine Länge schwankt zwischen 2–7 cm, der Durchmesser beträgt etwa 9 mm und nur am Eingang ist er trichterartig erweitert. Auf diesen schräg verlaufenden Teil der Höhle folgt der senkrechte Teil; dieser letztere erreicht in vertikaler Richtung eine Tiefe von 12–28 cm, von der Oberfläche des Bodens an gerechnet. Der Eingangsteil und der senkrechte Teil bilden den Hauptgang. Darauf gräbt der *Colletes* einen mehr oder weniger horizontal verlaufenden Seitengang. Der Seitengang weist im allgemeinen denselben Durchmesser auf wie der Hauptgang. Seine Länge beträgt 2–5,7 cm. Er endet vor dem Hohlraum, in dem die Brutzelle gebaut wird. Nachdem die Seidenbiene den Hohlraum der künftigen Zelle ausgegraben hat, glättet sie die Unebenheiten, woraufhin die Höhlung der Zelle mit einem besonderen Sekret ausgekleidet wird, das zu einer durchsichtigen, glimmerähnlichen Membran

erhärtet. Diese bedeckt von innen nicht nur die Höhlung, sondern auch den Teil des Seitenganges, der an die Zelle angrenzt, auf einer Strecke von etwa 1 cm. Am Ende des Seitenganges bildet sich auf solche Weise die Vorkammer der Zelle. Die membranöse Auskleidung der Zelle mit ihrer Vorkammer bildet eine einheitliche, den Wänden eng anliegende Tüte. Im Innern dieser Tüte, an der Grenze zwischen der Vorkammer und der Zelle selbst, wird – ebenfalls aus Sekret – eine Art Schwelle gebaut. Beim Betrachten der Zelle von seiten der Vorkammer ist diese Schwelle besonders deutlich sichtbar und weist die Gestalt eines ringförmigen Walls auf, der den Eingang in die Zelle bedeutend verengt.

Das Futter, das in den Zellen deponiert wird, sammelt *C. cunicularius* ausschließlich an Weiden. Der Blütenstaub wird in trockenem Zustand gesammelt und ins Nest gebracht. Nektar und Pollen werden in der Zelle miteinander vermischt. Das frisch vorbereitete Futter ist durch reichliche Zugabe von Nektar derart flüssig, daß man es leicht mit einer Pipette aufsaugen kann. Nach der Versorgung der Zelle mit Futter legt der *Colletes* ein längliches, etwas gebogenes, eine Länge von 3,1 mm erreichendes Ei ab. Mit dem dickeren Ende wird es an die Decke der Zelle angeklebt, und zwar in einem Abstand von 2–1,5 mm vom Oberrand des Futtervorrats. Nach der Eiablage wird die Zelle verschlossen. Der untere Vorderrand der Schwelle wird gehoben, so daß nun am Eingang der Zelle eine ovale Membran sichtbar wird, die den Zellinnenraum wie eine gegen den Gaumen gehobene Zunge verdeckt. Den zurückbleibenden, engen Spalt klebt die Biene sorgfältig mit Sekret zu. Dadurch ist die Zelle dicht abgeschlossen. Anschließend füllt der *Colletes* die Vorkammer der Zelle, den Seitengang und sogar das untere Ende des Hauptganges mit lockerem und dann mit festgestopftem Sand aus. Das Material zum Verschütten des zur ersten Zelle führenden Ganges wird beim Ausgraben des neuen Seitenganges und des Hohlraumes der zweiten Zelle gewonnen. Nachdem der *Colletes* die zweite Zelle gebaut und verschlossen hat, baut er auf gleiche Weise eine dritte Zelle, zuweilen eine vierte und fünfte. Mehr als sechs Zellen in einem Nest wurden bei *C. cunicularius* nicht angetroffen. Das Material des Hügelchens dient zum Verschluß des letzten Seitenganges und einer etwa 5 cm langen Strecke des unteren Teiles des Hauptganges.

Nach der Beendigung des ersten Nestes beginnt *C. cunicularius* mit dem Bau eines weiteren Nestes. Das Nest selbst besitzt einen verzweigten Aufbau, wobei jeweils eine später gebaute Brutzelle höher liegt als eine früher gebaute, jedoch nie direkt über

dieser. Die Brutzellen liegen mehr oder weniger strahlenförmig, aber in jeweils unterschiedlicher Höhe (etwa in spiraliger Anordnung) um den Hauptgang herum verteilt. Beim Verlassen der Eihülle bleibt die Larve zunächst für 3–4 Tage an der Befestigungsstelle des Eis. Darauf begibt sie sich auf das Futter. Kurz vor Beendigung des Verzehrs beginnt die Larve, Exkremente zu entleeren, die bald von innen die ganze Zelle bedecken. Nach der Kotabgabe richtet sich die Larve mit dem Kopf gegen den Zelldeckel. Nach der Verpuppung liegen die ersten jungen Bienen Mitte August in den Brutzellen vor.

Colletes daviesanus

C. daviesanus ist die einzige mitteleuropäische Art der Gattung *Colletes*, die eine echte Synanthropie entwickelt hat (vgl. Kap. 2.24). Diese kann soweit gehen, daß durch ihr massenhaftes Auftreten lokal sogar Gebäudeschäden entstehen können (SCHELOSKE 1973). Durch die Einengung ihrer Nistmöglichkeiten (Verwendung von Baumaterialien, die für eine Besiedlung ungeeignet sind) ist sie im Siedlungsbereich jedoch bereits wieder im Rückgang begriffen, so daß in der jüngeren Zeit keine Schadwirkung mehr von dieser Seidenbiene ausgeht. Ganz allgemein nistet sie in Sanden, Sandsteinen und Mörtel sehr unterschiedlicher Korngröße (Schluffe bis mittelsandige Grobsande) bei geringem bis sehr geringem Tongehalt. Ihre bevorzugten Nistplätze sind daher: Sandsteinfelsen, sandige bis schluffige Schichten in Lehmwänden, Lößwände, Steilwände von Sand- und Kiesgruben, Wurzelteiler umgestürzter Bäume, Mörtelfugen von Mauern und Hauswänden, Quader, Steine und vorspringende Teile (Fenstersimse) von Scheunen, Schuppen, Ställen, Wohnhäusern und Kirchen, die aus Sandstein gebaut sind. Außerhalb des Siedlungsbereiches sind die Nistplätze mehr oder weniger süd exponiert, weitgehend unbeschattet, fast oder vollkommen frei von Pflanzenwuchs und relativ trocken. Demnach kann die Art als xero- und thermophil bezeichnet werden. In den Mauern von Gebäuden werden allerdings auch Nordseiten besiedelt. An die Körnung des Nistsubstrats stellt *C. daviesanus* keine besonderen Ansprüche. Abgesehen von zu hohem Tongehalt (Lehme) ist die Feinstruktur des Nistsubstrats unwesentlich für eine Besiedlung durch die Seidenbiene, es muß sich nur bearbeiten lassen. Besiedelt werden Sandsteine von sehr verschiedener Härte, die gleichmäßig und tiefgründig verwittern, ohne dabei laufend abzusanden oder oberflächlich abzuschuppen.

Die Weibchen bevorzugen zur Anlage ihrer Brut-



Zwei aneinander gereihete Brutzellen der Seidenbiene *Colletes similis*.

zellen das Substrat, aus dem sie selbst geschlüpft sind. Das mütterliche Nest wird daher häufig wiederbenutzt. Die vom Weibchen mit den Mandibeln gegrabenen Nestgänge liegen meist dicht unter der Gesteinsoberfläche. Der Hauptgang kann sich dabei in mehrere Seitengänge verzweigen. Die einzelnen Gänge sind oft nicht länger als 6–10 cm. In vielen Fällen verlaufen sie dicht parallel nebeneinander und sind stellenweise kaum mehr als 1 mm voneinander getrennt. Ältere, immer wieder benutzte Substrate weisen ein sehr kompliziertes Gangsystem aus unregelmäßig verzweigten Haupt- und Nebengängen auf. Meist sind am Ende der Nistgänge 1–2, seltener auch 3–4, höchstens 10 Zellen hintereinander angelegt, die durchschnittlich 8–9,5 x 5,5 mm messen. Die cellophanartige, transparente Auskleidung der Zellen stimmt mit der bereits untersuchter Arten überein und dürfte gleichen Ursprungs sein. Die Zellen werden ungefähr zur Hälfte mit einer teigigen Masse aus Pollen und Nektar gefüllt, die bei weitem nicht so flüssig ist wie bei *C. cunicularius*. An die Decke der Zelle wird ein Ei gelegt. Die geschlüpfte Larve begibt sich auf den Futtervorrat. Am Ende ihrer Entwicklungszeit kotet sie und preßt ihre weitgehend aus Pollenresten bestehenden, dunkelgelben Exkremente ringsum an die Zellwände. Anschließend geht die Larve in Diapause, überwintert also als Ruhelarve. Erst im kommenden Mai bis Juni verpuppt sie sich und verläßt im Sommer als Imago ihre Kammer.

3.2.3 Rophites, Schlüpfbienen

Die Schlüpfbienen sind Fröhsommer- bis Sommerformen. *R. algrus* erscheint im Juni, rund 4 Wochen früher als *R. quinquespinosus*, der etwa von Mitte Juli bis Ende August fliegt. Eine schwache Proterandrie ist feststellbar. Die nur in einer Generation auftretenden Arten überwintern als Ruhelarve.

In der Bundesrepublik Deutschland zählen die wärmeliebenden *Rophites*-Arten keineswegs zu den häufigen Bienen. Ihr bevorzugter Lebensraum sind Magerrasen der Ebene und des Hügellandes (*R. algrus*) sowie trockenwarme Ruderalfluren (*R. quinquespinosus*). Alle Arten sind ausgesprochene Spezialisten von Lippenblütlern, wobei aufgrund ihrer spezifischen Pollenernteeinrichtung (Stirnstacheln) nur Pflanzenarten mit kleinen Blüten zum Pollensammeln besucht werden. Bei *R. algrus* ist dies in erster Linie der Gewöhnliche Ziest (*Stachys recta*) bei *R. quinquespinosus* die Schwarznessel (*Ballota nigra*). Die Männchen patrouillieren an schönen Tagen rastlos an den Blütenständen, stets in Erwartung eines Weibchens. Ihr Anflug an die Blüte ist rasch und stoßweise und von einem ziemlich lauten und hellen Summen begleitet. Die Nächte verbringen sie, manchmal zu mehreren, im Blütenbereich ihrer Futterpflanzen, indem sie sich mit den Beinen anklammern.

Alle Arten leben solitär und nisten im Boden, in der Regel in kleinen Aggregationen (20–30 Nester),

an schütter bewachsenen, sandig-lehmigen, manchmal durch Bäume geschützten Stellen. Die Nesteingänge, die oft am Grunde von Grasbüscheln liegen, sind kreisrund, 5 mm weit und werden offensichtlich nie verschlossen. Vor der Nestöffnung liegt ein mehr oder weniger großes Häufchen Erde, das beim Ausschachten des Ganges angefallen ist. STOECKHERT (1922a) hat über den Nestbau von *R. quinquespinosus* berichtet. Ein Hauptgang führt in leichten Biegungen bis in eine Tiefe von 12–15 cm unter der Erdoberfläche. Der Gang selbst ist 6 mm weit und offensichtlich etwas geglättet, wohl aber nicht mit einem Sekret ausgekleidet. Die 8–10 Brutzellen pro Nest liegen seitlich des Hauptganges und zwar am Ende kurzer, nur 5–7 mm langer Seitengänge, die unregelmäßig nach den verschiedensten Richtungen abzweigen. Manchmal liegen zwei Brutzellen dicht hintereinander. Die obersten Zellen liegen 6 cm unter dem Eingang. Die Brutzellen sind kugelförmig und glattwandig. Eine deutliche Auskleidung ist nicht zu erkennen, aber wahrscheinlich dennoch vorhanden. Zum Gang hin werden die Zellen nach Fertigstellung mit Erde verschlossen. STOECKHERT vermutet aufgrund seiner (wenigen) Beobachtungen, daß zuerst mehrere Zellen mit Pollen versorgt und die Eiablage schubweise erfolgt. Auch wenn ich dies für unwahrscheinlich halte, so sind doch weitere Beobachtungen notwendig, um diese Vermutung zu bestätigen oder zu widerlegen.

Die einzelnen Zellen werden von oben her angelegt, die höher gelegenen sind also die älteren. Der Futtervorrat hat die Form einer regelmäßigen Kugel mit einem Durchmesser von 5 mm und ist mäßig feucht. Das Ei wird auf der Oberseite abgelegt. Wenn die Larve erwachsen ist, spinnt sie einen den Zellwänden dicht anliegenden Kokon und entleert sodann ihren Kot, den sie gegen die Kokonwand preßt. Bemerkenswert ist also das Exkrementieren nach Fertigstellung des Kokons, während dies bei anderen Bienen, die einen Kokon spinnen, bereits vor dem Einspinnen erfolgt. Die Überwinterung erfolgt im Stadium der Ruhelarve. Der Kokon besteht aus zwei Schichten, einer derberen Außenhaut, die mit zahlreichen, stärkeren Gespinnstfasern versteift ist, und einem sehr zarten, weißlichen Innenhäutchen.

Mir war es vergönnt, im Wallis (Schweiz) Nester von *R. algeris* zu studieren. Im wesentlichen erinnert ihr Aufbau an den der nahverwandten Art, doch konnte ich eine schubweise Eiablage nicht beobachten, muß aber gestehen, daß ich bisher nur relativ junge Nester studieren konnte.

Schmarotzer von *Rophites* ist die sehr seltene Kraftbiene *Blastes emarginatus*.

3.2.4 Rhophitoides, Graubienen

Diese Gattung ist in Mitteleuropa nur mit der folgenden Art vertreten. *Rhophitoides canus* ist eine Sommerform, die Ende Juni oder Anfang Juli erscheint und ihre Hauptaktivität im Juli entfaltet. Die Männchen sind schwach proterandrisch. Die Graubiene kommt in Mitteleuropa nur in wärmeren Lagen, vor allem in Gebieten mit Weinbauklima vor. Dort besiedelt sie Feldfluren (mit Luzernefeldern) und Magerrasen. Allgemein wird sie nur selten nachgewiesen, stellenweise erreicht sie aber auch höhere Populationsdichten.

R. canus ist oligolektisch und auf Schmetterlingsblütler (Fabaceae) spezialisiert. Hauptpollenquelle ist die Luzerne (*Medicago sativa*), an deren Beständen die Männchen bei schönem Wetter in rasantem Flug patrouillieren. Die Männchen schlafen regelmäßig in den Blüten von Glockenblumen (*Campanula*).

Der solitäre *R. canus* nistet in sandigem oder lehmigem Boden, seltener werden auch größere Nestansammlungen am Rande von Luzernefeldern beobachtet. Die Paarung findet gleich nach dem Schlüpfen der Weibchen und oft in unmittelbarer Nähe der Nester auf dem Boden statt. Das Nest haben ENSLIN (1921) und WILKANIEC et al. (1985) beschrieben. Vom Nesteingang mit Tumulus erstreckt sich ein Hauptgang fast senkrecht in den Boden. Dieser Gang ist zwar geglättet, aber nicht ausgekleidet. Vom 20–30 cm langen Hauptgang gehen seitlich 1–4 Stollen mit je einer Brutzelle ab. Die Zellen sind oval, glattwandig und enthalten eine 21–26 mg schwere Pollenkugel, deren Geschmack süß ist mit einem strengen Beigeschmack. Nach Verzehren des Futtervorrats entleert die Larve die Exkremente und spinnt anschließend einen Kokon. Innerhalb des braunen, mit der Zellwandung fest versponnenen Kokons soll die Larve nochmals Kot entleeren. Kotabgabe und Kokonspinnen, insbesondere deren zeitlicher Zusammenhang, bedürfen aber noch weiterer Untersuchungen. Die Überwinterung erfolgt im Stadium der Ruhelarve.

Kuckucksbienen sind bei *R. canus* bisher nicht beobachtet worden.

3.2.5 Dufourea, Glanzbienen

Alle *Dufourea*-Arten sind typische Hochsommerformen, die in einer Generation auftreten und schwach proterandrisch sind. *D. vulgaris* fliegt bis in den Herbst hinein.

Glanzbienen besiedeln die unterschiedlichsten Lebensräume, *D. dentiventris* z.B. lebt vor allem an Waldrändern, *D. minuta* in Sandheiden. Manche Arten kommen vorwiegend in den Hochgebirgen vor (*D. alpina*, *D. paradoxa*). Die häufigsten Arten dürften in Mitteleuropa *D. dentiventris* und in manchen Gebieten auch *D. vulgaris* sein.

Fast alle mitteleuropäischen *Dufourea*-Arten sind mehr oder weniger streng oligolektisch und an folgende Pollenquellen gebunden: *D. dentiventris* und *D. inermis* an Glockenblumen (*Campanula*), *D. minuta* an Sandrapunzel (*Jasione*), *D. vulgaris* an zungenblütige Korbblütler (*Asteraceae*). *D. paradoxa* scheint polylektisch zu sein. Die Pollenquellen von *D. alpina* sind noch ungenügend bekannt. Wie weit innerhalb der Gattung das Spektrum der Spezialisierungen ist, zeigen die nordamerikanischen Arten, die an folgenden Gattungen oligolektisch sind: *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Cactaceae*, *Campanulaceae*, *Caprifoliaceae*, *Fabaceae*, *Hydrophyllaceae*, *Hypericaceae*, *Lamiaceae*, *Liliaceae*, *Malvaceae*, *Onagraceae*, *Papaveraceae*, *Polemoniaceae*, *Pontederiaceae*, *Rosaceae* und *Scrophulariaceae* (MOLDENKE 1979, MOURE et al. 1987).

Alle Glanzbienen leben offenbar solitär und nisten in der Erde in sandigem oder lehmigem Boden, unter günstigen Bedingungen in kleineren bis größeren Aggregationen. Über den Nestbau der heimischen Arten ist bisher nur wenig bekannt geworden. FRIESE (1898b) erwähnt knapp den von *D. vulgaris*: »Der Nestbau ist, ähnlich wie bei *Andrena*, unregelmäßig, traubenförmig und ca. 20 cm unter der Oberfläche, bei Oppenau einzeln, hier bei Innsbruck in größerer gemischter Kolonie mit *Panurgus banksianus*.« In der gleichen Arbeit schreibt FRIESE über *D. paradoxa*: »Der Nistplatz befindet sich in ca. 1600 bis 1700 m Höhe an einem gegen Südwesten geneigten, sonnigen und spärlich mit niedrigen verkrüppelten Fichten bestandenen Abhang, der in seiner Bodenbeschaffenheit aus zerbröckeltem Glimmerschiefer und schwarzsandigem Humus besteht; die Vegetation ist spärlich und besteht außer obigen Pflanzen aus kurzen Gräsern, *Potentilla*, *Hieracium* und anderen Alpenkräutern. Die Nester sind einfach in der Erde angelegt und scheinen nicht vielzellig zu sein; methodische Ausgrabungen sind bei der steinigten Beschaffenheit des Bodens unmöglich.«

Wesentlich mehr ist über die nordamerikanischen Arten bekannt. TORCHIO et al. (1967) behandeln die Biologie einiger *Dufourea*-Arten, insbesondere liefern sie Daten zur Struktur des Nestes, zur Larvalentwicklung, zu den Pollenquellen und Parasiten. EICKWORT et al. (1986) beschäftigen sich mit der Lebensweise von *D. novaeangliae*. Zum Vergleich

und als Hinweis auf den Nestbau einheimischer Arten seien die Ergebnisse kurz wiedergegeben. Die weit verstreuten Nesteingänge sind von einem deutlichen Hügelchen (*Tumulus*) umgeben. Die Nester bleiben während des Tages offen, werden aber am Ende der Sammelflüge von innen mit Erde verschlossen. Die Brutzellen liegen einzeln am Ende horizontaler Seitengänge, die von einem Haupttunnel abgehen. Nach der Eiablage werden die Seitengänge mit Erde verschlossen. Die Zellen sind eiförmig und etwa 1 1/2 mal länger als breit und ihr Boden ist nicht abgeflacht. Die Innenwandung zeigt eine matte, dünne und wasserdichte Auskleidung, die sich nicht von dem Substrat abziehen läßt. Pollen wird zuerst als unförmige, trockene Masse deponiert und erst im Verlauf späterer Sammelflüge zu einer glänzenden Pollen-Nektar-Kugel geformt. Der Proviant ist von einer sehr dünnen, klaren Sekretschicht bedeckt, die sein Zerbröckeln verhindert und wahrscheinlich ein Produkt der Dufour-Drüse ist. Diese ist bei *D. novaeangliae* gut entwickelt und liefert vermutlich auch das Sekret für die Auskleidung der Zelle, wenn auch WHEELER et al. (1985) die Zusammensetzung der Zellauskleidung nicht ermitteln konnten.

Das Ei wird so auf die Oberseite des Vorrats gelegt, daß seine beiden Enden den Proviant berühren. Wenn die Larve das Futter gefressen hat, beginnt sie vor der Kotabgabe einen Kokon zu spinnen, so daß zwischen Kokon und Zellwand keine Exkremente deponiert werden. Der Kokon hängt fest an der Zellwandung und besteht aus zwei getrennten Schichten. Die äußere besteht aus groben, dunkel rotbraunen Fasern, die mit feineren Fasern unterlegt sind. Die Larve kotet auf diese äußere Schicht. Die innere Kokonschicht ist leicht glänzend, rosabräunlich und bedeckt die Kotschicht. Manchmal gibt die Larve ein paar Kotbällchen auf die innere Wandung ab. Die Überwinterung erfolgt als Ruhelarve.

Nestaufbau und Larvalentwicklung sind bei *D. novaeangliae* ähnlich wie bei anderen Arten von *Dufourea*, *Rophites*, *Rhophitoides* und *Systropha*. Das Sekret der gut entwickelten Mandibeldrüsen der Männchen von *D. novaeangliae* enthält Citral, dem möglicherweise eine Rolle bei der Paarung oder bei Interaktionen zwischen den Männchen zukommt (WHEELER et al. 1985).

Bei den einheimischen *Dufourea*-Arten wurde bisher nur eine einzige Kuckucksbienen-Art festgestellt: Die seltene Kraftbiene *Biastes truncatus* lebt bei *D. dentiventris* und *D. inermis*. Von den anderen *Dufourea*-Arten sind die Schmarotzer noch nicht eindeutig bekannt.



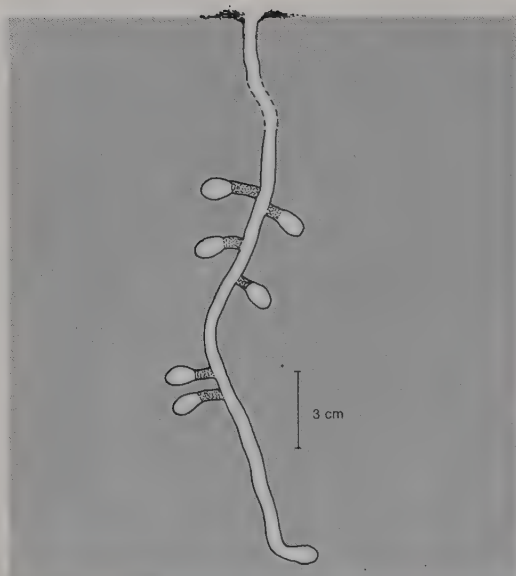
Geöffnete Brutzelle der Spiralhornbiene *Systropha planidens* mit der wenige Tage alten Larve auf dem Larvenproviand, der von der Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*) stammt.

3.2.6 Systropha, Spiralhornbienen

Die beiden mitteleuropäischen *Systropha*-Arten fliegen im Früh- und Hochsommer (Juni bis August) in einer Generation. Sie sind ausgesprochen proterandrisch, da die Männchen 2–3 Wochen vor den Weibchen erscheinen. *S. curvicornis* und *S. planidens* sind ausgesprochene Offenlandsarten, v. a. der Feldfluren, Weinberge und Ruderalflächen, wo auch ihre Pollenquellen wachsen. Die beiden heimischen Spiralhornbienen sind oligolektisch an Winden (*Convolvulus*), in die sich Männchen wie Weibchen beim Blütenbesuch kopfüber hineinstürzen. Beim Pollensammeln, das überwiegend in den Morgenstunden erfolgt, fliegen die Weibchen sehr rasch von Blüte zu Blüte. Ihre Art und Weise, den weißen Winden-Pollen zu transportieren, ist einzigartig unter den europäischen Bienen: nahezu der gesamte Hinterleib wird damit eingepudert. Beide Geschlechter schlafen auch in den Windenblüten.

Spiralhornbienen leben solitär. Sie nisten in der Erde und zwar an sandigen oder sandig-lehmigen, möglichst vegetationsfreien oder -armen Stellen, die auch begangen oder befahren sein können (Feldwege, Wegränder). Bisweilen nisten hundert und

mehr Weibchen dicht beieinander, bisweilen auch in gemischten Aggregationen. Der Nestbau beider europäischen Arten wurde von MALYSHEV (1925c) beschrieben, GROZDANIĆ & VASIĆ (1968) geben eine Zeichnung und Beschreibung des Nestes von *S. planidens*. Die Ergebnisse meiner eigenen Ausgrabungen von Nestern stimmen im wesentlichen mit den Angaben dieser Autoren überein. Vom Nesteingang, der von einem Hügelchen umgeben ist, führt ein zunächst schräger, dann mehr oder weniger senkrechter Hauptgang bis zu 48 cm in die Tiefe. Die 5–8 Brutzellen pro Nest liegen einzeln seitlich des Hauptganges am Ende von 7–10 mm langen Gängen. Die obersten Zellen befinden sich in etwa 6–7 cm Tiefe. Die einzelne Zelle ist oval, innen glatt und glänzend und mit einer dünnen Auskleidung versehen. Die Seitengänge werden nach Fertigstellung der Zelle mit Erde verfüllt. Bemerkenswert ist, daß nicht zuerst ein kompletter Hauptgang und dann Seitengänge gegraben werden, vielmehr wird der Hauptgang erst nach Abschluß einer Brutzelle wenige Zentimeter vertieft und nun ein Seitengang angelegt, mit dessen Aushubmaterial der zur davor gebauten Zelle führende Gang gefüllt wird. Der Larvenproviand hat die Form einer regelmäßigen



Struktur eines Nests der Spiralhornbiene *Systropha planidens* (nach GROZDANIĆ & VASIĆ 1968).

Kugel und ist mäßig feucht. Das Ei wird der Länge nach auf der Oberseite abgelegt und nicht befestigt. Die heranwachsende Larve umgibt mit ihrem gekrümmten Körper zunehmend den Futtermvorrat. Nachdem der Proviant verzehrt ist, spinnt die Larve einen Kokon und kotet anschließend. Der dickwandige, braune Kokon besteht aus einer äußeren und einer inneren Schicht, zwischen denen sich ein fast 1/2 mm dickes, lockeres Gespinnst befindet. Die Überwinterung erfolgt als Ruhelarve im Kokon.

S. curvicornis und *S. planidens* beherbergen als Kuckucksbiene die Kraftbiene *Biastes brevicornis*.

3.2.7 Pseudapis, Schienenbienen

Die Arten der Gattung *Pseudapis* – von manchen Autoren auch zu *Nomia* gestellt – haben nur eine Generation im Jahr und fliegen im Hochsommer von Juli bis etwa Ende August. Sie sind schwach proterandrisch. Die Männchen von *P. diversipes* zeigen typische Patrouillenflüge und setzen entlang ihrer Schwarmbahnen Duftmarken, z.B. an Grashalmen. Offensichtlich sind alle *Pseudapis*-Arten polylektisch, doch liegen für die heimischen Arten, speziell für die einzige deutsche Art *P. femoralis*, noch keine Pollenanalysen und damit zweifelsfreie Belege vor.

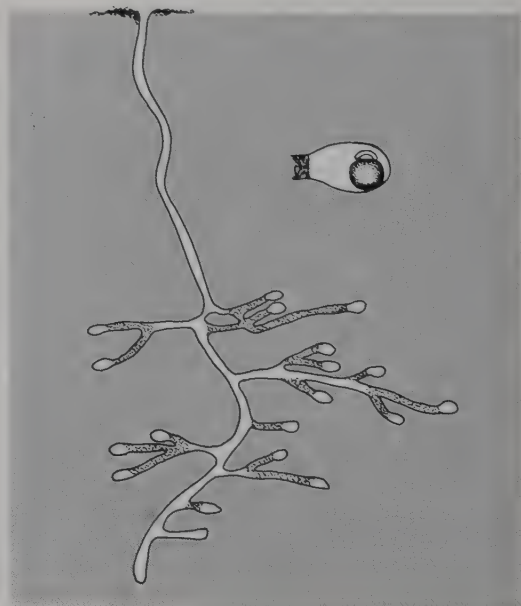
Schienenbienen leben solitär und nisten im Boden in kleineren bis sehr großen Aggregationen. Über

den Nestaufbau der mitteleuropäischen Arten ist bisher nur wenig bekannt geworden (vgl. ROZEN 1986). Die einzige Kuckucksbiene ist die Kurzhornbiene *Pasites maculatus*, die bei *P. diversipes* und *P. femoralis* schmarotzt.

3.2.8 Nomioides, Steppenbienen

Steppenbienen sind Sommerformen, die im Juli und August fliegen und nur eine Generation haben. Die Männchen sind schwach proterandrisch und erscheinen einige Tage vor den Weibchen. In Mitteleuropa sind sie äußerst selten und als Reliktformen inselartig auf wenige Lokalitäten beschränkt. *N. minutissimus* bewohnt als einzige Art der Bundesrepublik Deutschland ausschließlich Flugsandgebiete, insbesondere Binnendünen, deren Kleinklima den hohen Wärmeansprüchen dieser Steppenbiene während der Flug- und Larvalzeit entgegenkommt.

Nomioides-Arten sind polylektisch und besuchen die verschiedensten Pflanzen als Pollenquellen. Lokal können aber einzelne Pflanzenarten einen hohen Stellenwert als Nahrungspflanze erhalten, wenn außer ihnen während der Verproviantierungsphase nichts anderes blüht. Dies gilt z.B. für den Sand-Thymian (*Thymus serpyllum*), der auf süddeutschen Binnendünen die wichtigste Pollenquelle für *N. minutissimus* ist.



Querschnitt durch ein Nest der Steppenbiene *Nomioides minutissimus*. Oben rechts eine Brutzelle mit dem Ei auf dem Pollenballen (nach RADCHENKO 1979).

Steppenbienen nisten ausschließlich im Boden, meist in kleineren bis größeren Aggregationen (30–50 Nester). *N. minutissimus* bevorzugt für die Nestanlage gänzlich oder nahezu vegetationsfreie Stellen, die eben oder schwach geneigt sind. In Deutschland werden die Nester nur in Flugsand gebaut, in außerdeutschen Gebieten nimmt die Art auch mit anderen Bodenarten vorlieb. Außer BATRA (1966) hat vor allem RADCHENKO (1979) das Nest ausführlich beschrieben. Der Nesteingang mißt 2 mm im Durchmesser. Ein Eingangshügelchen ist nicht vorhanden. Die Art lebt solitär und jedes Weibchen baut sein Nest allein, alte Nestgänge werden aber bisweilen wieder benutzt. Bei schlechtem Wetter wird der Nesteingang mit Erde verschlossen. Der senkrechte Hauptgang hat einen Durchmesser von 2,0–3,3 mm und reicht 13–22 cm in die Tiefe, wo er blind endet. Die Innenwandung des Hauptganges ist weder geglättet noch ausgekleidet. In einer Tiefe von 5–18 cm gehen 6–10 horizontale, sich verzweigende Seitengänge ab, an deren Ende die Brutzellen liegen. Die Seitengänge sind 1–8 cm lang, messen 1,8–2 mm im Durchmesser und sind wie der Hauptgang nicht ausgekleidet. Die Brutzellen haben die Form einer Ellipse und sind 4,6–5,1 mm lang, ihr Durchmesser beträgt 2,2–2,4 mm. Ihre Innenwandung ist glatt und mit Sekret ausgekleidet. Der in der Zelle deponierte Vorrat wird nur mit wenig Nektar angefeuchtet. Der Durchmesser der Pollenkugel beträgt etwa 2,2 mm. Das Ei wird auf die Oberseite des Vorrats gelegt. Die Zelle wird abschließend mit Erde verdeckelt. Auch der zur Brutzelle führende Gang wird mit Erde verfüllt. Offensichtlich werden die Brutzellen nacheinander von oben nach unten angelegt. Die Entwicklung vom Ei bis zur Imago dauert etwa 30–35 Tage. Die Art überwintert demnach als Imago.

Kuckucksbienen sind bisher bei *N. minutissimus* nur aus der Sowjetunion bekannt geworden, wo PESENKO (1979) die Blutbiene *Sphecodes nomioidis* als Brutparasit beschrieben hat.

3.2.9 Halictus, Furchenbienen

Unter dem deutschen Namen Furchenbienen fassen wir alle Arten der beiden folgenden, nah verwandten Gattungen *Halictus* und *Lasioglossum* zusammen. Gemeinsames Kennzeichen der Weibchen aller Furchenbienen ist die furchenartige Behaarung auf dem letzten Hinterleibssegment.

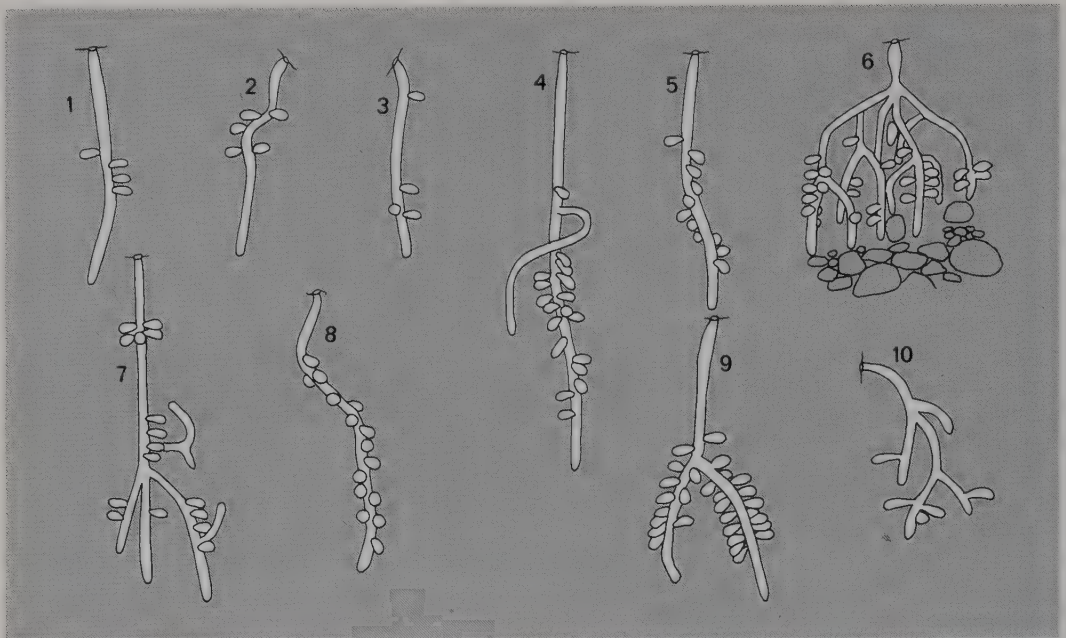
Halictus-Arten trifft man vom zeitigen Frühjahr bis zum Herbst in den verschiedensten Lebensräumen an: Sand-, Kies- und Lehmgruben, Waldrän-

der, Binnendünen, magere und trockene Wiesen, Ruderalfluren und Brachen. Lediglich dichte Wälder werden von ihnen gemieden. Im Siedlungsbereich ist *H. tumulorum* häufig.

Den *Halictus*-Arten und den mit ihnen nahverwandten Arten der Gattung *Lasioglossum* wurde in den vergangenen 30 Jahren besondere Aufmerksamkeit gewidmet, da sie ein weites und hochinteressantes Spektrum an Verhaltensweisen zeigen. Es reicht von einer rein solitären Lebensweise bis hin zu sehr komplexen Formen mit einem Kastensystem und einer Arbeitsteilung. Durch eine Vielfalt von Zwischenstufen sind die einzelnen Formen miteinander verbunden (SAKAGAMI 1974). Ausführlich mit dem Nestbau und der Neststruktur der Furchenbienen haben sich SAKAGAMI & MICHENER (1962) befaßt. Die *Halictus*-Arten waren im Vergleich zu den *Lasioglossum*-Arten lange Zeit stärker vernachlässigt, bis KNERER (1980c) in einer zusammenfassenden Arbeit diese Lücke zumindest teilweise gefüllt hat.

Die mitteleuropäischen *Halictus*-Arten sind, soweit bekannt, bis auf die solitären *H. sexcinctus* und *H. quadricinctus* alle sozial. Unter den sozialen Arten hat jedoch keine das soziale Niveau von *Lasioglossum malachurum* erreicht. Kommunale Arten gibt es unter ihnen offensichtlich nicht. *Halictus*-Arten bilden meist kleine Nestgesellschaften, die aus zwei Weibchenkasten (Königin, Arbeiterinnen) mit geringen Größenunterschieden bestehen. Diese Gesellschaften zählen zu den primitivsten unter den Hymenopteren. Die Kastenunterschiede sind bei ihnen nicht besonders gut ausgeprägt, da bei den beiden Typen von Weibchen (Königin, Arbeiterinnen) im Durchschnitt keine deutlichen Größenunterschiede festzustellen sind. Physiologische Kastenunterschiede betreffen die lange Lebensdauer der Königinnen und die Seltenheit von begatteten und fruchtbaren Arbeiterinnen. Die Kasten werden bei einigen *Halictus*-Arten erst im imaginalen Stadium determiniert (festgelegt). Dabei kann diese Determination reversibel sein, d.h. alle Weibchen können situationsbedingt entweder zu Königinnen oder Arbeiterinnen oder selbst zu überwinternden Weibchen werden, wie dies DOLPHIN an *H. confusus* zeigen konnte (SAKAGAMI 1974). Die Nestgesellschaften erreichen selten ein Dutzend Weibchen, häufig sind solche mit 2–4 Tieren.

Die heimischen *Halictus*-Arten legen ihre Nester im Boden an und zwar meist in ebenen Flächen. *H. sexcinctus* nistet auch in steileren Böschungen, *H. quadricinctus* regelmäßig, aber nicht ausschließlich, in Steilwänden. Auch *H. maculatus* legt seine Nester bisweilen in Lößwänden an. Die Bodenverhältnisse



Neststrukturen verschiedener *Halictus*-Arten. 1-6: *H. maculatus* (1-3: Monogyne Frühlingsnester; 4: Sommernest bei Marseille; 5: Frühlingsnest mit Puppen in den Zellen; 6: Sommernest im Donautal bei Tulln, Niederösterreich; die Nester wurden in einer dünnen Lehmschicht gebaut, darunter waren angeschwemmte Steine). 7: Sommernest von *H. rubicundus* in Ontario, Kanada. 8-9: Polygynes Frühlingsnest beziehungsweise Sommernest von *H. scabiosae* in der Dordogne. 10: *H. sexcinctus*-Nest im Sand des Dordogne-Ufers (nach KNERER 1980c).

sind für die Nestanlage von großer Bedeutung. Vegetationsloser, sandig-lehmiger Boden wird von vielen Arten bevorzugt. Solche Bedingungen finden sich oft auf Fußwegen und unbefestigten Plätzen. Manchmal werden die Nester auch in kurzgrasiger Vegetation angelegt, wie dies bei *H. rubicundus*, *H. maculatus* und *H. scabiosae* beobachtet wurde. Eine Bindung an Sandboden scheinen – zumindest in Mitteleuropa – *H. confusus* und *H. leucaheneus* zu haben. Manche Arten nisten in großen Aggregationen wie z. B. *H. maculatus* (bis zu 1000 Nester), *H. scabiosae*, *H. sexcinctus* und *H. subauratus*, andere in kleinen wie *H. quadricinctus*. Obendrein gibt es oft gemischte Nestansammlungen mehrerer Arten.

Die Struktur der Nester ist bei den bisher untersuchten *Halictus*-Arten grundlegend gleich. Die Nester bestehen meistens aus einem senkrechten Hauptgang, an dem sich die Brutzellen unmittelbar anfügen (traubenartiger Zweigbau). Der Hauptgang wird als »Notgang« oft bis unter die Zellen weitergeführt. Bei *H. scabiosae* wurde dies allerdings nicht beobachtet. Die bekannteste Ausnahme zu diesem Grundplan ist *H. quadricinctus*, der eine Grabwabe baut, die von einem Hohlraum umgeben ist. Diese Wabe enthält in Mitteleuropa 4–19 Brut-

zellen (VERHOEFF 1897), in Südeuropa wurden meist 15–20, selten weniger und nur einmal 69 Zellen gefunden (VASIĆ 1967). Die Wabe hat durch Erdsäulchen Verbindung mit dem umgebenden Substrat. Ihre Oberfläche ist geglättet. Zwar gruppiert auch *H. subauratus* die Brutzellen wabenförmig, Hohlräume um die Zellen wurden jedoch nur in feuchtem Sand gefunden (KNERER & SCHWARZ 1976). Dadurch wird offensichtlich die Schimmelgefahr verringert.

Die Nesteingänge der bisher untersuchten *Halictus*-Arten können folgendermaßen strukturiert sein:

- Der Nesteingang wird durch eine Erdröhre (engl. turret) über die Erdoberfläche fortgesetzt. Ein solcher »Kamin« ist innerhalb der Gattung bisher nur bei *H. simplex* bekannt, wo er 15 mm hoch ist (KNERER 1980c).
- Der Nesteingang bildet den obersten Teil des senkrechten Hauptganges. Dies ist der häufigste Typ.
- Der oberste Teil des Hauptganges verläuft schräg in den Boden hinein. Dies ist v. a. bei *H. rubicundus* festzustellen. *H. scabiosae* zeigt sowohl diesen als auch den vorhergehenden Eingangstyp.

Die Nester aller Arten weisen eine Verengung des Flugloches auf, die wohl für die meisten *Halictus*- und *Lasioglossum*-Arten charakteristisch sein dürfte. Lediglich bei *H. sexcinctus* ist sie oft nicht gut ausgebildet. Auch die Frühlingsnester der sozialen Arten besitzen meist keinen verengten Eingang. Die gleichen Nester haben jedoch in der Sommerphase einen Wächter, der oft stundenlang mit dem Ausbessern des Eingangs beschäftigt ist. Hierzu wird feuchte Erde aus der Tiefe mit den Beinen heraufgeschafft und mit dem Abdomen festgestampft. Der Eingang erweitert sich zwiebelförmig unmittelbar unter dem Flugloch und erreicht nach mehreren Millimetern wieder einen kleineren Durchmesser. Entsprechende Messungen ergaben bei *H. maculatus* 2–2,1 mm für das Flugloch, 4,5–5 mm für die Erweiterung und 3,5–4 mm für den Hauptgang. Die Nester werden normalerweise von innen mit Erde verschlossen, sobald die Flugaktivitäten beendet sind. Daher sind sie bei Nacht und bei schlechtem Wetter geschlossen. *H. maculatus* baut mit feuchter Erde einen dünnen Deckel, der sich kaum von der Nestumgebung unterscheidet (KNERER 1969c).

Während der Frühlingsphase bleiben die Nesteingänge unbewacht. Wenn die Arbeiterinnen im Frühsommer geschlüpft sind, übernehmen sie das Bewachen der Nester. Eine von ihnen spezialisiert sich auf diese Tätigkeit und widmet ihr den größten Teil ihrer aktiven Zeit. Eine Ausnahme macht *H. scabiosae*. Bei dieser Art wird der Nesteingang von dem größten Weibchen, das zugleich auch die Eierlegerin ist, bewacht, während die kleineren Hilfswieibchen Futter sammeln. Die Bewachung kann so intensiv sein, daß heimkehrende Gehilfinnen von der Königin nicht ins Nest gelassen werden. Solche Weibchen können dann im Frühsommer entweder ihre eigenen Nester gründen oder sie übernehmen gewaltsam die Nester anderer in der Nähe lebender Bienen, z. B. von *Lasioglossum nigripes* (KNERER & PLATEAUX-QUÉNU 1967d). Dabei wird die Nestbesitzerin teilweise auch getötet. Die Eiablage kann in deren bereits verproviantierte Zellen erfolgen.

Die Nester sind unterschiedlich tief. Mitteleuropäische Nester von *H. maculatus* z. B. sind im Frühling oft nur 10 cm, im Sommer 15–20 cm tief; solche von *H. scabiosae* sind 15–30 cm tief. Die Tiefe hängt wahrscheinlich von den Bodenverhältnissen ab, zum Teil auch von der Versorgungsphase. Die Brutzellen aller Arten münden unmittelbar in die Gänge. Nur bei *H. sexcinctus* führt ein kurzer Seitengang von 11–18 mm zu den Zellen. Die Zellwände sind bei allen Arten mit einem selbstproduzierten Sekret ausgekleidet und glatt. Die Ausklei-

dung ist ein polymerisiertes Sekret der Dufour-Drüse (siehe bei *Lasioglossum*).

Zur Versorgung der Brutzellen besuchen die *Halictus*-Arten eine Vielzahl unterschiedlichster Pflanzenarten, weswegen sie zu den ausgesprochen polyektischen Bienen gehören. Bei den solitären Arten sammelt naturgemäß nur die Nestbesitzerin. Bei den sozialen Arten versorgt in der solitären Anfangsphase die Nestgründerin ihre Brutzellen. Im übrigen verrichten die Arbeiterinnen (bei polygynen Nestgründungen die Hilfswieibchen) die Sammeltätigkeiten. Bei *H. subauratus* soll das Futtersammeln ausschließlich durch die Königin erfolgen (BONELLI 1966e), was zu überprüfen wäre, denn bei dem nahverwandten *H. tumulorum* wird das Sammeln hauptsächlich durch die Arbeiterinnen erledigt (SAKAGAMI 1974).

Bei manchen Arten können die Nester zwei oder mehrere nicht verschlossene Zellen enthalten und dies nicht nur bei sozialen Arten wie bei *H. scabiosae*, sondern auch bei solitären wie *H. sexcinctus* (VERHOEFF 1897). Bei *H. rubicundus* werden die Zellen teilweise von den Weibchen geöffnet, um den Larvenkot zu entfernen (BATRA 1968). Die Larven, die sich vom meist kugelförmigen Futtermaterial ernähren, spinnen keinen Kokon.

Die Dauer der Bruttätigkeit ist bei solitären *Halictus*-Arten kürzer als bei sozialen. Als Beispiel sei *H. sexcinctus* genannt, dessen Weibchen nach der Überwinterung im Geburtsnest im Mai erscheinen und jedes für sich ein einfaches Nest graben. Mitte bis Ende Mai werden bereits Pollen und Nektar eingetragen. Aus den Brutzellen schlüpfen Ende Juli oder Anfang August die ersten Männchen, die über den Nistplätzen schwärmen. Frischgeschlüpfte Weibchen sind für die Männchen sehr attraktiv, die sich oft in Knäueln auf die Weibchen stürzen, bis ein Männchen es schafft, sich mit dem Weibchen zu paaren. Pollensammlerinnen bekommt man noch bis Ende August zu Gesicht. Bei ihnen handelt es sich immer um alte, abgeflogene Weibchen. Frischgeschlüpfte Weibchen und Männchen sind noch bis September zu beobachten. Die im Spätsommer schlüpfenden Weibchen wiederholen nach Begattung und Überwinterung den gleichen Zyklus im nächsten Jahr. Bei dem ebenfalls solitären *H. quadricinctus* ist die Nestmutter so langlebig, daß sie einige Wochen mit ihren frischgeschlüpften Nachkommen im Nest zusammenlebt. Eine gemeinsame Bruttätigkeit kommt bei dieser Art allerdings nicht zustande.

Soziale Arten beginnen ihre Bruttätigkeit im Frühjahr wie solitäre Arten. Doch statt einer Generation von Männchen und Weibchen produzieren



Nesteingang der Furchenbiene *Halictus quadricinctus* in einer Lößwand.



Freigelegte Brutwabe von *Halictus quadricinctus* mit der Erbauerin.



Brutwabe von *Halictus quadricinctus* mit einer geöffneten Brutzelle, in der die wenige Tage alte Larve auf dem Pollenballen liegt.

soziale Arten eine Sommerbrut, die gänzlich aus Weibchen besteht. Diese fungieren als Arbeiterinnen, die der Königin bei weiteren Aufzuchten helfen. Je nach Bienenart und Klima können nach der ersten Brut anstelle der Aufzucht von Geschlechtern weitere Sommerbruten folgen (z.B. bei *H. maculatus*, *H. scabiosae*). (Mitteleuropäische und südeuropäische Populationen weisen beträchtliche Unterschiede auf: letztere haben bedeutend kürzere Brutphasen.) Erst im Spätsommer werden die Königinnen erzeugt, die nach der Begattung in die Geburtsnester zurückkehren. In polygynen Nestern herrscht vom Frühjahr bis zum Herbst pausenlose Aktivität, während in monogynen Nestern nach etwa 5–8 versorgten Brutzellen bis zum Schlüpfen der Arbeiterinnen eine Ruhepause eingelegt wird.

Während bei den solitären *Halictus*-Arten die weiblichen Nachkommen in der Regel die gleiche Größe wie ihre Mütter aufweisen, sind bei den sozialen Arten die Arbeiterinnen der Sommerbrut(en) im Durchschnitt kleiner als ihre Mütter. Die Größen beider Kasten überschneiden sich allerdings sehr stark. Daher können nur die größten und kleinsten Individuen als Königinnen bzw. als Arbeiterinnen angesprochen werden. Wenn auch die Größenunterschiede zwischen Nestgründerinnen und Hilfsweibchen gering sind, so sind doch die Kastendifferenzierungen in physiologischer Hinsicht sehr ausgeprägt. Wenn die ersten Arbeiterinnen im Frühsommer geschlüpft sind, bildet sich im Nest eine sogenannte matrilineale, d. h. Mütter-Töchter-Gesellschaft mit einer Arbeitsteilung. Die Königin legt nur noch Eier und verläßt das Nest nur noch äußerst selten. Die Arbeiterinnen übernehmen ab jetzt alle anderen Brutfürsorgehandlungen. Sie vertiefen das Nest und verteidigen es, sie graben neue Brutzellen und versorgen diese mit Larvenfutter. Arbeiterinnen legen in normalen matrilinealen *Halictus*-Gesellschaften nur selten Eier, da die Königinnen die recht kleinen Gesellschaften leicht dominieren können. Duftstoffe spielen dabei vermutlich eine wichtige Rolle. In Nestern von *H. maculatus* wurden nie mehr als 10 Arbeiterinnen gefunden (KNERER 1980c).

Wenn wie bei *H. maculatus* und *H. scabiosae* die Königinnen in ihren Geburtsnestern überwintern, so erleichtert dies die Gründung polygynen Gesellschaften, in denen meist nur das größte Weibchen reife Oozyten (Eizellen) besitzt, während die anderen 2–5 Nestbewohnerinnen als sterile Hilfsweibchen tätig sind. Diese Gesellschaften halten bei *H. maculatus* bis zum Erscheinen der Arbeiterinnen zusammen. Bei *H. scabiosae* lösen sie sich jedoch wegen der starken Nestverteidigung der Haupteier-

legerin bereits nach wenigen Wochen oder sogar schon nach Tagen auf. Auch bei *H. tumulorum* wurden ziemlich häufig polygyne Nestgründungen beobachtet (SAKAGAMI 1974).

Halictus-Männchen entwickeln sich wie bei anderen Bienen aus unbefruchteten Eiern. Daher können sowohl begattete wie unbegattete Weibchen Männchen produzieren. In der ersten Brutphase sozialer *Halictus*-Arten kommt es zu einer fast völligen Unterdrückung der Männchenproduktion. Der Anteil von Sommermännchen beträgt meist 5–10%. Dies ist typisch für soziale *Halictus*-Arten mit nur schwach ausgeprägtem Polymorphismus der Weibchen (KNERER 1980b). Bei *H. maculatus* wurden Begattungen dieser Sommermännchen mit den Arbeiterinnen beobachtet und als erfolgreich bestätigt (KNERER 1980c). Die Eier, aus denen sich Sommermännchen entwickeln, stammen meistens von der Königin. Nester ohne Königin, die nur von Arbeiterinnen versorgt werden, erzeugen nur männliche Brut, so daß solche Nester eine wichtige Quelle von Männchen sind.

Die häufigsten Kuckucksbienen von *Halictus* sind verschiedene *Sphecodes*-Arten (Blutbienen), die regelmäßig an deren Nestern beobachtet werden können.

3.2.10 Lasioglossum, Furchenbienen

Die verschiedenen *Lasioglossum*-Arten fliegen vom zeitigen Frühjahr bis zum Spätherbst. Sie besiedeln Lebensräume des Offenlandes wie Sand-, Kies- und Lehmgruben, Wiesen, Raine und Böschungen, Brachen und Ruderalfluren. Eine ganze Reihe dieser Furchenbienen kann auch im Siedlungsbereich existieren. Wenige Arten kommen vorwiegend in lichten Wäldern oder vergleichbar kühlen Lebensräumen (Moore) vor (*L. rufitarse*, *L. fratellum*).

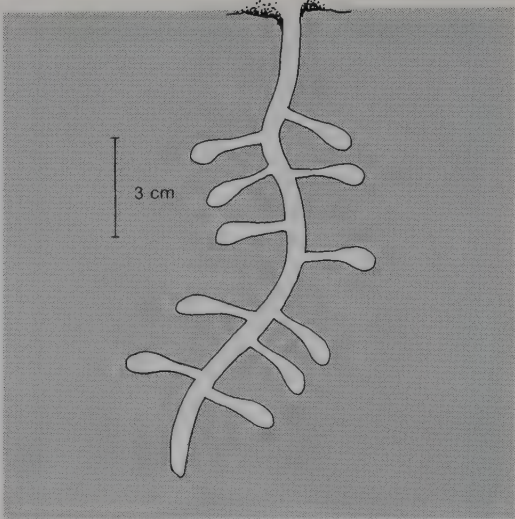
Alle mitteleuropäischen *Lasioglossum*-Arten nisten – soweit bekannt – in der Erde, meist an schütter bewachsenen oder vegetationsfreien Stellen. Die Nester sind daher oft auf Feldwegen, Fußpfaden oder sonstigen durch Menscheneinwirkung vegetationsfrei gehaltenen Plätzen zu finden. Manche Arten zeigen eine Vorliebe für ganz bestimmte Bodenverhältnisse: Zur Nestanlage bevorzugten *L. limbellum* und *L. parvulum* Steilwände, *L. nitidulum* Ritzen in Mauern und Felswänden, *L. malachurum* lehmige, stark verdichtete, horizontale Flächen. Viele Arten nisten gesellig, weshalb man unter günstigen Umständen Ansammlungen von Hunderten bis Tausenden von Nestern finden kann. Es gibt aber auch (außereuropäische) *Lasioglossum*-Arten, die in morschem Holz, unter der Borke umgestürzt-

ter Baumstämme oder in Fraßgängen holzbewohnender Käfer nisten (SAKAGAMI & MICHENER 1962).

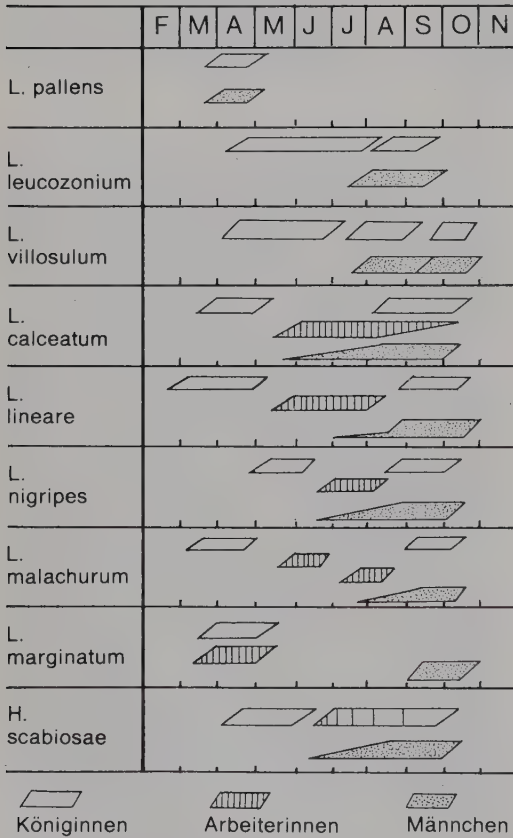
Die meisten *Lasioglossum*-Arten sind polylektisch, weswegen wir sie auf den verschiedensten Pflanzen antreffen. Nur wenige nordamerikanische Arten (u.a. *L. oenotherae*, *L. lustrans*) wurden als oligolektisch beschrieben. Aus dem mitteleuropäischen Raum sind – mit Ausnahme des Glockenblumen (*Campanula*) bevorzugenden *L. costulatum* – keine oligolektischen Arten bekannt.

Die meisten Arten überwintern als begattete Weibchen entweder im alten Nest oder in anderen Schlupfwinkeln in der Erde. *L. pallens* macht hier eine Ausnahme, da beide Geschlechter dieser Art als Imagines in Diapause gehen, also ihre Nester erst im Frühjahr verlassen. Die Paarung erfolgt bei den Furchenbienen oft auf der Erde im Nestbereich. Manche Arten (z.B. *L. calceatum*, *L. marginatum*) kopulieren innerhalb der Nester.

Das Flugloch der Nester hat in der Regel einen geringeren Durchmesser als der sich anschließende



Neststruktur der Furchenbiene *Lasioglossum leucozonium* (nach GROZDANIĆ 1971).

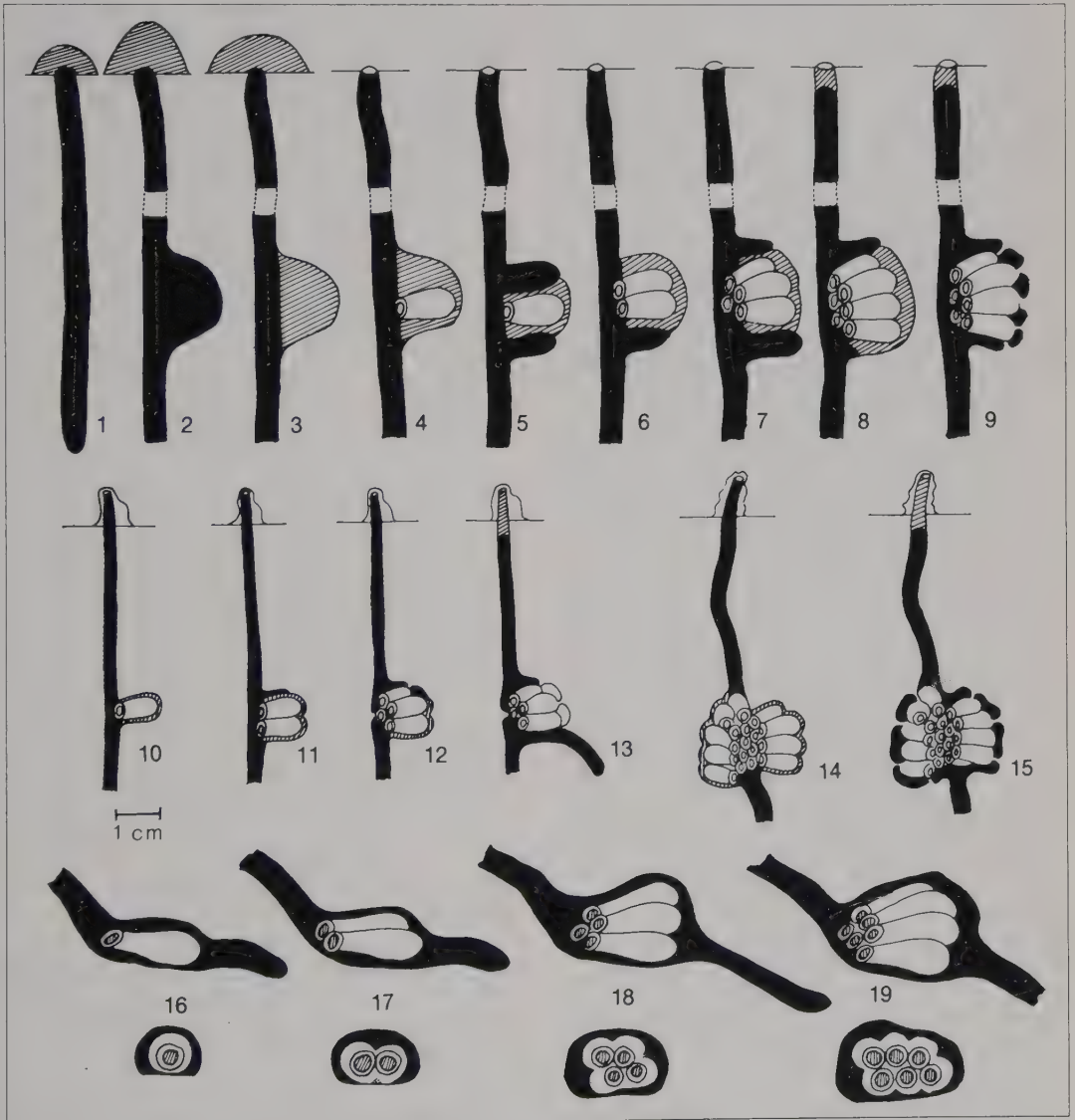


Flugzeiten einiger *Lasioglossum*-Arten (nach POURSIN & PLATEAUX-QUÉNU 1982).

Hauptgang (z.B. bei *L. calceatum*, *L. leucozonium*, *L. malachurum*, *L. politum*, *L. puncticolle*, *L. villosulum*). Der Nesteingang vieler Arten (z.B. *L. malachurum*) liegt im Zentrum eines kleinen Erdwalles, während er sich bei anderen Arten (z.B. *L. marginatum*, *L. pauxillum*, *L. politum*) als Erdröhre über die Erdoberfläche fortsetzt. Beim Bau dieses »Kamins« helfen die Mandibeln und oft auch das Abdomenende. Bisweilen wird Speichel beigemischt bzw. die Innenseite mit einem Sekret ausgekleidet. Bei *L. malachurum* dient das Auskleiden der Nesteingänge der Kolonieerkennung (HEFETZ et al. 1986). Die Kamine sind wahrscheinlich eine Weiterentwicklung des häufigen Eingangskraters. Möglicherweise schützen sie das Nest besser vor Räubern oder Parasiten. Denkbar ist aber auch, daß sie zum Zeitpunkt ihrer Entstehung (im Verlauf der Bienevolution) eine andere, allerdings unbekannte Funktion hatten, die sich heute nicht mehr ermitteln läßt. Der Nesteingang wird bei Nacht und, wenn keine Sammelflüge ausgeführt werden, auch bei Tage oft geschlossen. Bei *L. marginatum* findet die Eiablage erst dann statt, wenn der Hauptgang von innen dadurch fest verschlossen ist, daß sein größter Teil mit Erde aufgefüllt wird; in Nestern des ersten Jahres betrifft dies die obersten 30 cm. Das Nest wird bei manchen Arten bewacht, indem direkt im Nesteingang eine Biene als Wächterin sitzt und mit ihrem Kopf den Eingang verschließt (z.B. bei *L. malachurum*). Bei *L. marginatum* allerdings wird das Nest niemals bewacht.

Was die Neststruktur und die Zellenanordnung betrifft, so zeigen die Nester der *Lasioglossum*-Arten verschiedene Evolutionsstufen. Der ursprünglichste und häufigste Typ ist der Zweigbau aus einem senkrechten Hauptgang, von dem Seitengänge zu je einer Zelle führen. Dieser Nesttyp liegt z.B. bei *L. leucozonium*, *L. albocinctum* und verwandten Arten der Untergattung *Lasioglossum* vor sowie bei einigen Arten der Untergattung *Evylaeus*. Vor allem bei den *Evylaeus*-Arten erfuhren die

Zweigbauten eine Serie fortschreitender Differenzierungen. Als höchste Entwicklungsstufe finden wir sogenannte Wabenbauten, bei denen die dicht beieinander liegenden Brutzellen von einem Hohlraum umschlossen sind. Diese Grabwaben ähneln denen von *H. quadricinctus* und sind bei *L. malachurum* und *L. pauxillum* fakultativ vorhanden. Der Wabenbau wird nicht durch einfaches Ausgraben bewerkstelligt, sondern mit Hilfe des im Hohlraum angehäuften Erdmaterials wie bei *L. nigripes* oder er



Neststrukturen verschiedener *Lasioglossum*-Arten. 1–9: Nest von *L. malachurum*. 10–15: Nest von *L. lineare* (10–13: monogyne Nestgründung; 14–15: polygyne Nestgründung). 16–19: Nest von *L. nigripes*. Die schwarzen Flächen geben Aushöhlungen an, die schraffierten Flächen verarbeitete Erde (nach PLATEAUX-QUÉNU 1972).

wird durch Kombination beider Techniken hergestellt wie z.B. bei *L. malachurum* (KNERER & PLATEAUX-QUÉNU 1967c).

Die Brutzellen sind oval, ihr Boden ist leicht abgeflacht. Die Innenwand ist glatt und glänzend, da sie mit einem Sekret ausgekleidet ist. WALCKENAER (1817) hat bei *L. calceatum* bereits das Vorhandensein einer weißen Substanz festgestellt, die die Nesteingänge auf der Innenseite vollständig auskleidet. Die *Lasioglossum*-Arten besitzen wie alle nestbauenden Halictidae eine besonders große Dufour-Drüse. Bei den Brutparasitischen Arten der Gattung *Sphecodes* dagegen ist sie degeneriert (HEFETZ et al. 1978). Aufgrund gaschromatographischer Untersuchungen an *Lasioglossum* (CANE 1981) sowie Beobachtungen des Nestbauverhaltens der Weibchen (BATRA 1968) wissen wir, daß das Sekret der Dufour-Drüse in polymerisierter Form zur wasserdichten Auskleidung der Brutzellen, teils auch der Gänge dient. Dadurch wird für die heranwachsenden Larven eine ausreichende Luftfeuchtigkeit gesichert und der als Larvennahrung eingelagerte Pollen vor eindringendem Wasser geschützt. Bei *L. malachurum* dient das Auskleiden der Nesteingänge zur Erkennung der Kolonie (HEFETZ et al. 1978). Als Hauptbestandteile dieses Sekrets, das vermutlich auch bei der Geschwistererkennung eine Rolle spielt, wurden bei den bisher untersuchten Arten makrozyklische Laktone sowie Alkane und Alkene identifiziert. Die jeweilige Zusammensetzung ist artspezifisch (BERGSTRÖM & TENGÖ 1979, CANE 1981, HEFETZ et al. 1978, 1986).

Der Lebenszyklus von der Nestgründung bis zur Nestauflösung ist bei den Furchenbienen der Gattung *Lasioglossum* sehr mannigfaltig. Er reicht von rein solitären bis hin zu primitiv eusozialen Formen mit sämtlichen Zwischenstufen. Daher kann man diese Furchenbienen gut für vergleichende Untersuchungen zur Evolution des Sozialverhaltens heranziehen. Die oft komplizierte Sozialstruktur ist bei zahlreichen Arten aber noch gar nicht untersucht und daher auch nicht bekannt.

Solitäre Arten

Unter den solitären *Lasioglossum*-Arten Mitteleuropas ist nur eine einzige Art bekannt, bei der die Imagines nur zu einer Jahreszeit zu beobachten sind. Es handelt sich um *L. pallens*, bei dem beide Geschlechter im Frühjahr gleichzeitig erscheinen. Der Lebenszyklus erinnert eher an den der meisten Sandbienen (*Andrena*), als an den anderer Furchenbienen. Im Frühjahr werden nach der Paarung Brutzellen in der Erde versorgt, in denen sich im Laufe des Jahres die nächste Generation von Männ-

chen und Weibchen bis zum adulten Stadium entwickelt. Diese verlassen aber im Herbst nicht die Nester, sondern gehen in Diapause, überwintern und erscheinen erst im darauffolgenden Frühling.

Die meisten solitären Furchenbienen der Gattung *Lasioglossum* haben aber zwei Erscheinungszeiten. Ein Vertreter dieser Gruppe ist *L. leucozonium*. Bei dieser Art produzieren die Weibchen im Frühjahr eine einzige jährliche Generation von Männchen und Weibchen, die sich unter der Erde in den Brutzellen von Mai bis August entwickeln und im Hoch- oder Spätsommer als Imagines ihre Nester verlassen. Die neuen, begatteten Weibchen sind die Nestgründerinnen des folgenden Frühjahrs. Weibchen sind während der ganzen Saison zu sehen. Im Hochsommer fliegen die alten und jungen Weibchen eine Zeit lang zusammen. Man erkennt die zukünftigen Nestgründerinnen an ihren unversehrten Flügelrändern, während die alten Weibchen am Ende ihres Lebens stehen, was an ihrer abgeriebenen Behaarung und ihren ausgefransten und zerschlitzen Flügelrändern gut zu sehen ist. Die jungen Weibchen überwintern im Boden, oft in den alten Nestern.

Es gibt auch Arten mit drei Erscheinungszeiten. Zu ihnen gehört *L. villosulum* mit zwei Generationen im Jahr. Die Nestgründerinnen überwintern, erscheinen im Mai und fliegen bis Mitte Juli. Sie erzeugen eine Generation von Männchen und Weibchen, die von Mitte Juli bis Mitte September fliegen. Die Weibchen dieser Generation werden alle begattet, weisen voll entwickelte Ovarien auf und sammeln Pollen. Im Herbst erscheinen aus deren Nestern erneut Weibchen und Männchen. Die Weibchen werden begattet, schreiten aber nicht mehr zur Brut, sondern überwintern. Die im Herbst fliegenden Männchen sind von denen der ersten Generation schwer zu unterscheiden. Für eine kurze Zeitspanne kann man Weibchen beider Generationen fliegen sehen. Die älteren sind aber gut an ihrem abgeflogenen Zustand zu erkennen (POURSIN & PLATEAUX-QUÉNU 1982, PLATEAUX-QUÉNU & PLATEAUX 1981, 1985, 1986).

Soziale Arten

Der häufigste Typ sozialer *Lasioglossum*-Arten ist der mit einjährigen Gesellschaften, wie sie z.B. bei *L. calceatum*, *L. lineare*, *L. malachurum* und *L. pauxillum* vorliegen. Die Brut wird periodisch erzeugt, d.h. es gibt eine zeitlich begrenzte Versorgungsphase, während der die Nestgründerin die Arbeiterinnenbrut versorgt. Daran schließt sich eine Ruhephase an, in der sich diese Arbeiterinnen entwickeln. Es folgt eine neue Aktivitätsphase, während der die inzwischen geschlüpften Arbeiterinnen

eine weitere Gruppe von Brutzellen versorgen. Aus diesen schlüpfen Männchen und neue Nestgründerinnen oder noch einmal Arbeiterinnen. Im letzten Fall werden die Geschlechtstiere in einer dritten Versorgungsphase produziert. Bei den meisten Arten dieser Gruppe gibt es nur eine Arbeiterinnenbrut.

L. calceatum und *L. lineare* haben vergleichbare Zyklen. Der von *L. lineare* beginnt zwar etwas früher, dauert aber länger. Die Arbeiterinnen von *L. calceatum* sind bis Herbst zu beobachten, obgleich sie ihr Nest nur bis Mitte August versorgen. Die Arbeiterinnen von *L. lineare* verschwinden schneller. Die Männchen von *L. lineare* sind außerdem seltener und fliegen später als die von *L. calceatum*. Die Nestgründerin von *L. nigripes* erscheint von allen untersuchten Arten am spätesten. Ihre Flugzeit beginnt erst im Mai, noch Anfang Juni kann man sie beim Pollensammeln beobachten. Wie *L. calceatum* und *L. lineare* hat sie eine einzige Arbeiterinnenbrut, die von einigen Männchen begleitet wird. Aufgrund ihrer schnelleren Entwicklung schlüpfen die Masse der Männchen und die Nestgründerinnen am Ende des Sommers oder im Herbst fast zur gleichen Zeit wie die von *L. calceatum* und *L. lineare*.

Ein im Vergleich mit anderen Furchenbienen hoch entwickeltes Sozialverhalten repräsentiert *L. malachurum*, eine Art, die wiederholt in verschiedenen Teilen Europas erforscht wurde und deren Kastensystem von STOECKHERT (1923) entdeckt wurde. Viele seiner Beobachtungen wurden von LEGEWIE (1922, 1925a, 1925c), NOLL (1931), BOTT (1937), BONELLI (1948) und anderen bestätigt und erweitert. *L. malachurum* hat folgenden Lebenszyklus: Die Überwinterung erfolgt entweder außerhalb der Nester (LEGEWIE, BONELLI) oder im Geburtsnest (STOECKHERT). Wenn im Frühjahr die bereits im Herbst geschlüpfen und begatteten Weibchen (Königinnen) mit dem Bau von Nestern beginnen, kann man oft Zweikämpfe zwischen Nestbesitzerinnen und solchen Königinnen beobachten, die versuchen, sich deren Nester anzueignen. Bereits gegrabene Nester sind eine wertvolle Ressource, besonders, wenn man berücksichtigt, daß *L. malachurum* oft in sehr hartem Lehm Boden nistet und das Graben eines neuen Hauptgangs Zeit erfordert. Die Nestgründung erfolgt aber stets monogyn. Zunächst wird von der Königin ein 20–25 cm tiefer Hauptgang gegraben, bevor 6–7, maximal 11 Brutzellen angelegt werden (erste Versorgungsphase). Die Tiefe, in der diese Zellen liegen, ist von der geographischen Lage und damit vom Klima abhängig. In Süddeutschland beträgt sie meist 15 cm. Nachdem diese Zellen von der Königin mit Larvennahrung

versorgt und mit je einem Ei bestiftet wurden, bleibt der Nesteingang bis zum Schlüpfen der ersten Brut (in Süddeutschland etwa Mitte Juni) verschlossen (Ruhephase). In dieser Zeit sind also im Bereich einer Nestansammlung keine Weibchen zu erblicken.

Die erste Brut besteht ausschließlich aus Arbeiterinnen. Diese arbeiten nun gemeinsam am Bau der Zellen für die zweite Brut, übernehmen das Sammeln von Nahrung und bewachen den Nesteingang (zweite Versorgungsphase). Die Zahl der Zellen der zweiten Brut liegt in Mitteleuropa bei etwa 20–25, in Südeuropa bei 30 und mehr. Die Königin bestiftet die versorgten Zellen mit Eiern und übernimmt teilweise auch Wächterfunktionen (STOECKHERT). Die Anzahl der Arbeiterinnenbruten ist je nach geographischer Lage verschieden. In Süddeutschland gibt es in der Regel nur eine oder zwei Arbeiterinnenbruten, in Italien aber deren drei (BONELLI). Die Nester werden mit jeder Brutphase tiefer und ausgehnter, so daß die volkreichsten Nester (in Südeuropa) im August über 200 Brutzellen enthalten können (KNERER 1973).

In der letzten Brutphase werden die Männchen und großen Weibchen produziert. Zunächst schlüpfen die Männchen (in Süddeutschland etwa Anfang August) und etwas später die jungen Königinnen. Es ist noch nicht geklärt, ob die Männchen aus Eiern entstehen, die von der Königin oder von den Arbeiterinnen gelegt werden (KNERER & PLATEAUX-QUÉNU 1967b). Die Männchen verbleiben nach dem Schlüpfen noch 1–2 Tage in den Nestern, bevor sie diese verlassen und mit ihren Zickzackflügen im Bereich der Nestansammlung beginnen. Die Paarung findet außerhalb der Nester statt, nach LEGEWIE auch in den Nestern. Verlassen junge, paarungsbereite Königinnen die Nester, so werden sie sofort von mehreren Männchen umringt. Diese versuchen, sich mit den Jungköniginnen zu paaren, wobei es häufig zu Kämpfen zwischen verschiedenen Männchen kommt. Bei der Anlockung von Männchen spielen Pheromone eine wesentliche Rolle. Die Männchen können verschiedene Königinnen vermutlich am Duftmuster unterscheiden. Königinnen einer fremden Nestansammlung sind für sie attraktiver als solche der eigenen. Wenn ein Männchen es geschafft hat, mit einer Königin zu kopulieren, verliert diese ihre Attraktivität für andere Männchen (AYASSE 1987). Die Paarung dauert in der Regel 3–5 Minuten. Paarungsversuche mit Arbeiterinnen wurden nicht beobachtet. Die Männchen können offenbar Arbeiterinnen von Königinnen unterscheiden, was durch das höhere soziale Niveau mit Kastendifferenzierung bedingt sein mag (PACKER &

KNERER 1985). Arbeiterinnen und Männchen sterben in den ersten Frostnächten, während die begatteten Weibchen überwintern, um im nächsten Frühjahr neue Nester zu gründen.

L. marginatum ist die einzige bisher bekannte Art mit einem mehrjährigen Zyklus und einem besonders bemerkenswerten Kastensystem, das PLATEAUX-QUÉNU (1959, 1960a, 1962) eingehend untersucht hat. An einer Nestansammlung, die bisweilen



Durch Verschotterung des Feldwegs stark eingegrenzter Nistplatz der Furchenbiene *Lasioglossum malachurum*.



Königin von *Lasioglossum malachurum* beim Ausschachten des Nesttunnels in einem lehmigen Feldweg.



Frühlings-Grabwabe von *Lasioglossum malachurum* (aufgenommen am 24. Mai). Der von der Erdoberfläche senkrecht nach unten verlaufende Hauptgang führt zu den wabenartig angeordneten, in diesem Stadium noch offenen Brutzellen. Die Reihenfolge der Verproviantierung von rechts unten nach links oben ist deutlich zu erkennen. In der obersten Brutzelle liegt noch das Ei auf dem Futtervorrat.

tausend Nester enthalten kann, spielt sich im Laufe eines Jahres folgendes ab: In den Nestern regt sich das Leben etwa Ende März. Obwohl keine Biene außerhalb zu sehen ist, weisen doch kleine Erdhäufchen auf der Erdoberfläche auf unterirdische Aktivitäten hin. Allmählich nehmen die Erdhügelchen die Form kleiner Kamine an, die 6,5 cm hoch werden können. Jeder dieser Kamine führt zu einem einzelnen Nest, das keine Verbindung zum Nachbarnest hat. Etwa Anfang April erscheinen die Weibchen und fliegen zu Tausenden über der Nestansammlung. Nach 3–4 Tagen beginnen sie mit dem Sammeln von Pollen und man kann beobachten, daß mehrere Weibchen in einem Nest zusammenleben.

Die Verproviantierung dauert ungefähr drei Wochen. Im Monat Mai werden die Nester verschlossen und nicht eine einzige Biene ist außerhalb noch



Brutzellen mit Eiern und Larven von *Lasioglossum malachurum* (aufgenommen am 7. Juni).

zu sehen. An die Phase intensiver Frühlingsaktivität schließt sich eine lange Ruhephase an. Ungefähr vier Monate lang ist im Bereich der Nestansammlung keinerlei Lebenszeichen festzustellen. Vom Regen werden die Kamine allmählich weggespült und am Ende des Sommers ist es unmöglich, auf die Anwesenheit von *L. marginatum* zu schließen. Während der Monate September und Oktober öffnen sich einige der Nester und zahlreiche Männchen schlüpfen heraus, die gewöhnlich bis Ende Oktober fliegen. Man kann regelmäßig sehen, wie sie in verschiedene Nester hineinkriechen. Vor Beginn des Winters werden die Nester wieder von innen verschlossen und bis zum Frühjahr herrscht völlige Ruhe an dem Nistplatz.

Diese oberflächliche Beobachtung einer Nestansammlung zeigt bereits einige Besonderheiten, doch erst ein gründliches Studium der Nester und ihrer Insassen durch Frau PLATEAUX-QUÉNU offenbarte ein einzigartiges Phänomen. Die Brutproduktion wird nämlich in einem Zeitraum von 5–6 Jahren durchlaufen. Die Königinnen leben somit mehrere Jahre und auch die Arbeiterinnen werden ungefähr

ein Jahr alt. Bei den Weibchen, die man im Frühjahr außerhalb der Nester beobachtet, handelt es sich entweder um Nestgründerinnen (Königinnen) der Nester des ersten Jahres oder um Arbeiterinnen der Nester des zweiten, dritten, vierten, fünften oder sechsten Jahres. Die beiden Weibchen-Typen kann man äußerlich nicht voneinander unterscheiden, es sei denn, man untersucht ihre Samenbehälter. Die Königinnen haben obendrein sehr große Ovarien und verlieren schon nach dem zweiten Jahr ihre Flugfähigkeit. In einer Nestansammlung finden sich immer Nester verschiedenen Alters.

Die Nestgründung erfolgt durch ein einziges Weibchen, das den Winter zusammen mit anderen Weibchen im Geburtsnest verbracht hat, nachdem es wie diese begattet wurde. Wenn es im Frühling sein Geburtsnest verlassen hat, kehrt es zwar noch öfter in dieses zurück, bis es schließlich beginnt, sein eigenes Nest zu graben. Dieses ist sehr einfach strukturiert. An einem Hauptgang, der sich 35–45 cm



Der Nesteingang von *Lasioglossum malachurum* wird von einer Wächterbiene mit ihrem Kopf gegen Eindringlinge verschlossen.



Pollenbeladene Arbeiterin von *Lasioglossum malachurum* vor dem Nesteingang.

tief in das Erdreich erstreckt, liegen die Brutzellen unmittelbar an. Soweit sind keine Unterschiede zum Grundplan anderer solitärer oder sozialer Furchenbienen erkennbar. Dennoch gibt es wesentliche Unterschiede:

- Die Nestgründerin baut alle ihre Brutzellen, bevor sie beginnt, sie mit Pollen zu verproviantieren.
- Vor der Eiablage werden zuerst alle Zellen mit Futter versorgt.
- Die Zellen bleiben (wie bei *L. malachurum*) offen und sichern einen dauernden Kontakt zwischen der Nestgründerin und ihrer Brut, die im ersten Jahr nur Weibchen ergibt. Diese Töchter verlassen im Jahr ihrer Entwicklung das Nest nicht und überwintern darin unbegattet.
- Die Nestgründerin stirbt am Ende des Jahres nicht. Das Nest, das sie begründet hat, wird zu einer mehrjährigen Gesellschaft mit ihr als Königin und den Töchtern als Arbeiterinnen.

Diese Gesellschaft wird sich im Laufe der kommenden Jahre vervielfachen, indem jedes Jahr zunehmend umfangreichere Bruten an Arbeiterinnen produziert, aber erst im 5. oder 6. Jahr Weibchen und Männchen erzeugt werden. Die Nester können dann eine Tiefe von 80–90 cm erreichen. Aber nur die Männchen, die also nur im letzten Brutjahr erzeugt werden, kommen im Herbst aus ihren Nestern heraus. Die gleichzeitig produzierten Weibchen und zukünftigen Nestgründerinnen verlassen in dieser Jahreszeit die Nester nicht, sondern werden im Innern ihrer Nester begattet, wo sie auch überwintern.

Durch die graduell zunehmende Nestbevölkerung kommt es im letzten Jahr zu einer enormen Brutproduktion, die bis zu rund 1500 Tiere umfassen kann. Trotz einer solch hochentwickelten Sozialstruktur zeigen Königinnen und Arbeiterinnen keine Unterschiede in Körpergröße und äußerer Morphologie. Die Kasten sind außerdem beim Schlüpfen der Imagines noch nicht determiniert (festgelegt). Wenn frischgeschlüpfte Weibchen der letzten Brutperiode (im 5.–6. Jahr), die normalerweise im nächsten Frühjahr als Königinnen neue Völker gründen, in jüngere Nester umquartiert werden, verhalten sie sich wie Arbeiterinnen. Umgekehrt gründen Arbeiterinnen aus jüngeren Nestern, die in letztjährige Nester überführt werden, als Königinnen im nächsten Frühjahr neue Nester.

Während solitäre *Lasioglossum*-Arten (z.B. *L. leucozonium*) die Brutzellen nach der Eiablage verschließen, werden bei einigen sozialen Arten (*L. malachurum*, *L. lineare*, *L. marginatum*) die Zellen während der Entwicklung der Larven teilweise geöffnet



Pollenbeladene Arbeiterin der Furchenbiene *Lasioglossum marginatum* auf dem röhrenförmigen Nesteingang.

oder sind ständig offen, um den Kot der Larven zu entfernen (KNERER 1969b, KNERER & PLATEAUX-QUÉNU 1966a, 1967c). Ein solches Verhalten zeigt bereits Anklänge einer Entwicklung hin zu höheren Sozialstrukturen.

Aufeinanderfolgende Stufen höheren Sozialverhaltens sind von einem immer deutlicher werdenden Polymorphismus begleitet, der sich in erster Linie in Größenunterschieden der Kasten zeigt. Morphologische Kastenunterschiede treten deutlich bei *L. malachurum*, *L. calceatum* und *L. politum* auf. Bei letzterer Art findet sich die sogenannte Makrozephalie, d.h. die Königinnen haben einen viel größeren Kopf als die Arbeiterinnen. Bei *L. malachurum* waren die deutlichen Größenunterschiede der Kasten sogar verantwortlich für eine spezifische Benennung: da vor allem die Töchter der ersten Brut kleiner sind als die Mutter, wurden sie lange Zeit als selbständige Art (»*Halictus longulus*«) betrachtet. Arten mit markanten Größenunterschieden zwischen den Kasten produzieren in der ersten Brut keine Männchen, was *L. malachurum* und *L. lineare* gut zeigen (KNERER 1969b). Der Kastenunterschied spiegelt sich aber auch in der Lebensdauer wider. Königinnen leben länger als ein Jahr (bei *L. malachurum* 12–13 Monate, bei *L. nigripes* 12–15 Monate). Demgegenüber leben Arbeiterinnen meistens nur einige Wochen. Wegen der Langlebigkeit der Königinnen tritt eine Umweiselung bei diesen Arten praktisch nie ein. *L. marginatum* ist der bisher einzig bekannte Fall einer sozialen Furchenbiene mit rein funktionellen (physiologischen) Kasten, die sich also nicht durch Größenunterschiede auszeichnen.



Röhrenformiger Nesteingang der Furchenbiene *LasioGLOSSUM PAUXILLUM*.

Tätigkeiten außerhalb des Nestes sind bei Königinnen während der Sommerphasen sehr selten. Zwar wird bisweilen über ein Ausfliegen zur Selbsternährung bei *L. nigripes* (PLATEAUX-QUÉNU 1965b) und eine Beteiligung am Wachdienst bei *L. calceatum* (BONELLI 1965a) berichtet, aber eine Sammel-tätigkeit bei Königinnen ist während den matrifi-lialen Phasen nicht festgestellt worden.

L. calceatum, *L. nigripes* und *L. lineare* sind die einzigen Arten, bei denen Polygynie häufig beobachtet wird und alle drei überwintern in ihren Geburtsnestern (VLEUGEL 1973, KNERER & PLATEAUX-QUÉNU 1970, KNERER 1983, PACKER & KNERER 1985). Zwischen nördlichen und südlichen Popula-tionen ein und derselben Art können aber auffal-lende Unterschiede bestehen. So waren Nester von *L. lineare* bei Paris polygyn, in Südfrankreich dage-gen monogyn (KNERER 1980c).

Charakteristische Kuckucksbienen der *Lasio-glossum*-Arten sind verschiedene *Sphecodes*-Arten (Blutbienen).

3.2.11 *Sphecodes*, Blutbienen

Blutbienen treffen wir einerseits als Blütenbesucher auf einer Vielzahl von Pflanzenarten an, meist auf solchen mit leicht erreichbarem Nektar. Anderer-seits kann man sie auch ab April an vegetationsar-men Stellen, an Böschungen oder Steilwänden be-obachten, wie sie – immer auf der Suche nach Wirts-nestern – dicht über dem Boden fliegen und gelegentlich in Nestöffnungen hineinkriechen. Die

Sphecodes-Arten bauen nämlich keine eigenen Ne-ster, noch versorgen sie ihre Brut mit Futter. Viel-mehr legen sie ihre Eier in die Brutzellen anderer Bienen, weswegen sie zu den sogenannten Kuk-ucksbienen gehören. Das Weibchen dringt in das Nest eines Wirtes ein, öffnet eine Zelle und legt das Ei ab, nachdem es das Wirtsei oder die junge Larve vernichtet hat. Diese auch als Brutparasitismus be-zeichnete Lebensweise ist in anderen Bienenfamilien ebenfalls zu finden. Die *Sphecodes*-Larve lebt nicht von der (den) Wirtslarve(n), sondern nutzt das Fut-ter, das eigentlich für diese bestimmt ist (Futter-schmarotzer).

Das Eindringen in das Wirtsnest und die Eiablage des *Sphecodes*-Weibchens können bei Abwesenheit des Wirtes erfolgen. Daß der *Sphecodes* sich biswei-len aber auch gewaltsam Zutritt zum Wirtsnest ver-schafft, indem die Nestgründerin, bei sozialen auch die Wächterin bzw. die Arbeiterinnen getötet oder vertrieben werden, haben bereits FERTON (1898) und MARCHAL (1890), später auch BALLES (1923) und LEGEWIE (1925c) bei verschiedenen Arten beob-achtet und beschrieben. So schreibt BALLES über *S. monilicornis*: »In vier verschiedenen Bauten, an denen der Eingang durch den Kopf eines Wache haltenden *Halictus*-Weibchens (= *Lasioglossum malachurum*, der Verfasser) verschlossen war, wurde jeweils der Torwächter von dem *Sphecodes* nach mehr oder weniger langer am Eingang erfolgter Grabarbeit erstochen und aus dem Bau geschafft. Dann drang der *Sphecodes* eilig in den Bau ein und tötete oder vertrieb auch die übrigen noch im Bau befindlichen Bienen. In einem Fall konnte ich deut-



Ein Weibchen der Blutbiene *Sphecodes crassus* am Nesteingang der Furchenbiene *LasioGLOSSUM PAUXILLUM*.

lich wahrnehmen, wie der *Sphecodes* außerhalb des Baues nochmals in den Hinterleib des bereits gelähmten und aus dem Bau geschafften *Halictus*-Weibchens einstach, worauf er wieder in den Bau eindrang. Nach kurzer Zeit kam im Eingang von innen heraus ein zweites *Halictus*-Weibchen zum Vorschein, das offenbar vom dem gewaltsam eingedrungenen *Sphecodes* vertrieben worden war. Beim tieferen Nachgraben erbeutete ich in diesem Bau noch ein drittes Weibchen und schließlich auch den eingedrungenen *Sphecodes*.«

Eine dritte, in Mittelamerika (Costa Rica) beobachtete und als primitiver Sozialparasitismus definierte Strategie wurde bei *Sphecodes kathleenae* entdeckt, bei der das Weibchen mit der Wirtskönigin und den Arbeiterinnen von *Lasioglossum umbripenne* friedlich koexistiert (EICKWORT & EICKWORT 1972). Hier dringt das *Sphecodes*-Weibchen in ein bewachtes Nest ein. Die Insassen werden jedoch weder getötet, noch zum Verlassen des Nestes gezwungen, vielmehr akzeptiert die Wächterin das *Sphecodes*-Weibchen, das von nun an mit seinen Wirten in den Nestbauten zusammenlebt. Die Nachkommenschaft von Wirt und Parasit entwickelt sich gleichzeitig in verschiedenen Brutzellen und die Wirtsbienen führen ihre Nestaktivitäten fort.

Die Spezialisierung auf bestimmte Wirte ist bei einigen Arten wenig, bei anderen dagegen sehr ausgeprägt. So lebt *S. albilabris* bei *Colletes cunicularius*, *S. majalis* bei *Lasioglossum pallens*, *S. rubicundus* bei *Andrena labialis* und *S. spinulosus* bei *Lasioglossum xanthopus*. Meist sind Arten der Gattungen *Halictus* und *Lasioglossum* die Wirte, aber auch *Colletes*- und *Andrena*-Arten wurden als Wirte festgestellt. Nicht bei allen *Sphecodes*-Arten sind die (bzw. alle) Wirte sicher bekannt. Von Ausnahmefällen abgesehen, ist es kaum möglich, durch bloße Beobachtung der Nistplätze bestimmter Bienenarten wirklich zuverlässige Schlüsse darauf zu ziehen, welche der beobachteten *Sphecodes*-Arten den tatsächlichen Kuckuck darstellt. Auf der Suche nach geeigneten Wirten treiben sich die Weibchen nämlich auch an solchen Stellen herum, wo ihr Wirt möglicherweise gar nicht nistet. Einwandfrei gesicherte Feststellungen garantiert nur die Zucht aus den Brutzellen des Wirtes. Eine Zucht ist bisher allerdings nur in wenigen Fällen gelungen. Bei einigen Arten gibt es aber derart viele übereinstimmende Beobachtungen, daß die Wirte mit großer Wahrscheinlichkeit anzugeben sind. Bezüglich der verschiedenen Wirtsarten sei auf den Speziellen Teil des Buches verwiesen.

Sphecodes-Arten sind vom Frühjahr bis zum Herbst zu beobachten, wobei sich Flugzeit und Ge-

nerationenfolge in der Regel mit denen der Wirte decken. Bei den meisten Arten erscheinen die bereits im Vorjahr begatteten und überwinterten Weibchen im Frühjahr oder Frühsommer und legen ihre Eier in den Wirtsnestern ab. Aus diesen schlüpfen im Sommer oder Herbst Männchen und Weibchen, von denen wiederum die befruchteten Weibchen überwintern. Bei *S. majalis*, *S. rubicundus* und *S. spinulosus* erscheinen beide Geschlechter bereits im Frühjahr. Dies hängt damit zusammen, daß die (solitären) Wirte dieser Arten ebenfalls nur in einer Generation im Frühjahr leben.

Die heimischen *Sphecodes*-Arten lassen sich (in Anlehnung an BLÜTHGEN 1961b) hinsichtlich ihres Lebenslaufs folgendermaßen unterteilen:

- 1) Im Frühjahr erscheinen nur Weibchen. Diese sind zusammen mit den Männchen im Vorjahr geschlüpft und haben nach der Paarung in einem Versteck überwintert, während die Männchen vor Einbruch des Winters zugrunde gingen.
 - a) Wirt ist die univoltine Seidenbiene *Colletes cunicularius*: *S. albilabris*.
 - b) Wirte sind Sandbienen, z. B. die in der Regel univoltine *Andrena barbilabris*: *S. pellucidus* und *S. reticulatus*.
 - c) Wirte sind teils bivoltine, teils soziale Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*): der größte Teil der *Sphecodes*-Arten.
- 2) Die Weibchen erscheinen im Frühjahr zusammen mit den Männchen, nachdem beide Geschlechter den Winter vermutlich als Imagines in den Nestern der Wirtsbienen verbracht haben. Die Paarung findet erst jetzt statt. Eine zweite Generation in demselben Jahr entfällt.
 - a) Wirt ist die univoltine Sandbiene *Andrena labialis*: *S. rubicundus*.
 - b) Wirt ist die univoltine, solitäre, nur im Frühjahr mit beiden Geschlechtern auftretende Furchenbiene *Lasioglossum pallens*: *S. majalis*.
 - c) Wirt ist die univoltine, solitäre Furchenbiene *Lasioglossum xanthopus*, bei der (in Deutschland) im Spätsommer und Herbst Weibchen und Männchen, aber nur zur Paarung, erscheinen: *S. spinulosus*.

3.2.12 Panurgus, Zottelbienen

Die wenigen Arten der Gattung *Panurgus* sind typische Hochsommerformen, die teils schon im Juni erscheinen, ihre Haupttätigkeit im Juli und August entfalten und mitunter bis in den Herbst hinein

fliegen. Sie haben nur eine Generation im Jahr und überwintern als Ruhelarven.

Alle Zottelbienen sind oligolektisch und auf Korbblütler, besonders Cichorieen, spezialisiert. Wir finden sie daher, oft in Anzahl, in den Köpfchen von Habichtskräutern (*Hieracium*), Bitterkraut (*Picris*), Löwenzahn (*Leontodon*) und Ferkelkraut (*Hypochoeris*), aber auch blaue Köpfchen wie die der Wegwarte (*Cichorium*) werden eifrig besucht. Da diese Korbblütler oft bereits um die Mittagszeit ihre Köpfchen schließen, trifft man *Panurgus* am ehesten in den frühen Morgenstunden beim Blütenbesuch an. Beim Pollensammeln »robben« sich die Weibchen auf der Seite liegend durch die Blütenköpfchen, wobei sie sich ständig krümmen und mit Pollen bepudern. Der Pollen wird in langen, zottigen Haarbürsten an den Hinterbeinen zum Nest transportiert. Die Männchen nutzen die Blütenköpfchen als Schlafplätze.

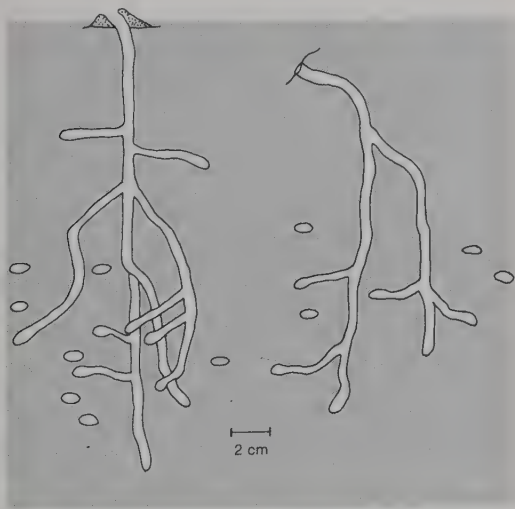
Während *P. banksianus* am häufigsten (aber nicht nur) in Gebirgsgegenden auftritt, sind *P. calcaratus* und *P. dentipes* typische Offenlandsarten der Ebene oder des Hügellandes. Aufgrund ihrer Ansprüche an Nistplatz und Futterpflanzen können letztere als Charakterarten von Ruderalflächen und Brachland bezeichnet werden, wobei allerdings der besonders wärmeliebende *P. dentipes* wesentlich seltener ist als der sehr ähnliche *P. calcaratus* und nur an Orten mit hoher Wärmegunst vorkommt.

Alle Arten nisten in der Erde, meist in sandigem Boden oder in sandigem Löß oder Lehm, wobei oft große Aggregationen über viele Jahre hin beobach-

tet werden. Bevorzugte Nistplätze sind lückige Waldränder, schütter bewachsene oder kahle Böschungen, Erdwege und unbewachsene Flächen in Sand- und Lehmgruben sowie in Sandheiden.

P. banksianus hat eine solitäre Lebensweise, bei der jedes Weibchen sein eigenes Nest gräbt und die Brut allein versorgt. MÜNSTER-SWENDSEN (1968, 1970) und MEYER-HOLZAPFEL (1984) haben sich eingehend mit dieser Zottelbiene befaßt. Die Art nistet gern in Aggregationen mit teils über 100 Nestern pro Ansammlung. Jedes Nest enthält mehrere, nacheinander gebaute Brutzellen, die mit einem zur Kugel geformten Larvenproviant aus Nektar und Pollen beschickt werden. Dieser wird auf der Unterseite mit einem Ei belegt. Die Männchen schwärmen zahlreich an gelben Korbblütlern, die den Weibchen als Pollenquellen dienen, fliegen aber auch dicht über dem Nistplatz. Weibchen, deren schwarzer Körper sich von gelber Umgebung (Blütenköpfchen, eigene Pollenladungen) deutlich abhebt, üben auf die paarungswilligen Männchen einen besonders starken Reiz aus. Bei der Paarung stürzen sich zwei oder drei Männchen gleichzeitig auf ein Weibchen und können nacheinander mit demselben Weibchen kopulieren. Eine Paarung dauert 10 oder mehr Sekunden bis einige (3–5) Minuten. Das dritte oder vierte Männchen kann abgewehrt werden. Auch zu einem späteren Zeitpunkt der Brutzeit akzeptiert das Weibchen noch paarungswillige Männchen, ob dabei aber Sperma übertragen wird, ist ungeklärt. Die Brutzellen werden bei sonnigem Wetter zwischen 8.00 und 14.00 h verproviantiert. *P. banksianus* formt die Pollenkugel erst rund 1½ Stunden nach dem Schließen des Nestes. Das Nest wird verschlossen, nachdem die Bienen den während des letzten Ausflugs gesammelten Pollen in der Brutzelle abgeladen haben. Abhängig von dem Tagesrhythmus der Pollenquellen kann pro Tag nur eine Zelle versorgt werden. Das Gewicht der Pollenkugeln beträgt im Mittel 68 mg.

P. calcaratus lebt im Gegensatz zu *P. banksianus* nicht solitär, sondern gehört zu den kommunalen Arten. Die Weibchen gründen nur wenige neue Nester, statt dessen verwenden sie ihre eigenen Geburtsnester. Dabei bilden mehrere Weibchen eine Nestgemeinschaft, über die KNERER (1980a) berichtet und die ich selbst ebenfalls an einer ausgedehnten Aggregation in der südlichen Oberrheinebene studieren konnte. Die oft sehr irregulären Nesteingänge sind nur wenige Zentimeter voneinander entfernt und meist von kleinen Hügeln des ausgegrabenen Erdmaterials umgeben. Die Gänge verlaufen oft zunächst schräg, dann senkrecht in die Tiefe. Der Hauptgang gabelt sich nach wenigen Zentime-



Zwei Nester der Zottelbiene *Panurgus calcaratus* in flachem und abhängigem Gelände Anfang August (nach KNERER 1980a).

tern, so daß ein Nest 3–5 Seitengänge hat, die kurz nach der Gabelung einen senkrechten Verlauf nehmen können und von denen wiederum schräge oder horizontale Seitengänge abgehen. Die Brutzellen liegen am Ende von horizontalen seitlichen Gängen und sind mit einem Sekret ausgekleidet. Die Seitengänge werden nach Verproviantierung und Eiablage mit Erde gefüllt. KNERER fand im August in den Nestern neben Larven und Eiern der neuen Brut noch Puppen und frischgeschlüpfte Imagines von der Brut des vorhergehenden Jahres. Wird der gleiche Nistplatz viele Jahre benutzt, sind die alten und neuen Neststrukturen stark miteinander verflochten. Alle von KNERER und mir beobachteten Nester belegten die kommunale Lebensweise der Art. Selbst isoliert liegende Nester enthielten zumindest zwei Weibchen. Jedes Weibchen versorgt aber seine eigenen Brutzellen. Zwischen den Weibchen, die sich im Nesteingang treffen, werden keine Wechselwirkungen beobachtet. Die Nesteingänge werden niemals bewacht. Auch die Nester selbst werden nie verteidigt, auch nicht bei häufigem Auftreten von Kuckucksbienen (*Nomada fuscicornis*). Weibchen eines Nestes können verschieden alt sein. Die Männchen verlassen ihre Geburtsnester und kehren nicht wieder zu ihnen zurück. Die Paarung erfolgt in der Regel in den Körbchen der Futterpflanzen.

Als Kuckucksbienen treten nur *Nomada*-Arten auf. So lebt *Nomada similis* bei *P. banksianus*, *N. fuscicornis* bei *P. calcaratus*, doch sind diese beiden *Nomada*-Arten nicht immer an den Nistplätzen ihrer Wirte zu finden. *N. panurgina* Morawitz, der Kuckuck von *P. dentipes*, wurde in Mitteleuropa bisher nur aus der Schweiz bekannt.

3.2.13 Panurginus, Scheinlappenbienen

Die mit *Panurgus* nah verwandten Arten der Gattung *Panurginus* fliegen im Juli und August und haben nur eine Generation im Jahr. Über ihre Biologie ist nur wenig bekannt. Wie *Panurgus* scheint auch *Panurginus* gerne gesellig zu nisten. Von *P. montanus*, der in den Alpen zwischen 1200 und 2200 m Höhe vorkommt, fand FRIESE (1897b) die Nester bei Andermatt (Schweiz) auf einer alten Steinmauer, die 20 cm hoch mit Erde bedeckt und spärlich bewachsen war. *P. labiatus* nistet an vegetationsfreien Stellen, z. B. in Erdwegen. Seine Nester haben einen senkrechten Hauptgang und kurze Seitengänge, an deren Ende die Brutzelle liegt (MALYSHEV 1924b).

Über den Blütenbesuch, speziell das Pollensammeln liegen ebenfalls nur wenige Beobachtungen

vor: *P. labiatus* wurde mehrfach an Graukresse (*Berteroa incana*), *P. montanus* an Hahnenfuß (*Ranunculus*) und Habichtskraut (*Hieracium*) angetroffen. Im Mandibeldrüsen-Sekret von *Panurginus* wurde der Duftstoff Citral nachgewiesen (DUFFIELD et al. 1983).

3.2.14 Camptopoeum, Buntbienen

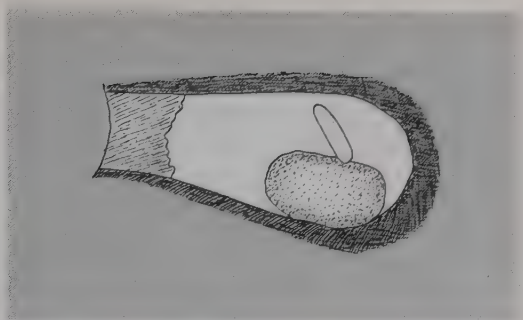
Die in Mitteleuropa sehr seltenen, in der Bundesrepublik Deutschland noch nicht nachgewiesenen Arten der Gattung *Camptopoeum* fliegen mit einer Generation im Juli und August. *C. frontale* besucht zum Pollensammeln ausschließlich Flockenblumen (*Centaurea*), v. a. die Rispen-Flockenblume (*C. paniculata*) und verwandte Korbblütler. Über den in der Erde an vegetationsfreien Stellen oder in Lehmwänden angelegten Nestbau ist bisher nichts Näheres bekannt geworden. Als Kuckucksbiene gilt die in Österreich vorkommende Kurzhornbiene *Psithyrus minutus*.

3.2.15 Melitturga, Schwebebienen

Die Arten der Gattung *Melitturga* sind Sommerformen, die im Juli erscheinen und nur eine Generation im Jahr haben. Den Winter überdauern sie als Ruhelarve. Beim Pollensammeln sind sie auf Schmetterlingsblütler (Fabaceae) spezialisiert, unter denen sie Luzerne (*Medicago*) bevorzugen. Bemerkenswert ist bei der Schwebebiene die eigenartige Form der durch Nektarzugabe feuchten Pollenladung, die ringförmig wie ein Muff die Hinterschienen umgibt.

Die Männchen zeigen ein charakteristisches Verhalten, dem die Gattung ihren deutschen Namen verdankt. Ähnlich wie eine Schwebfliege »steht« das Männchen von *M. clavicornis* nahe über dem Boden oder in 2–3 m Höhe in der Luft. Plötzlich fliegt es blitzschnell hoch, seitwärts oder nach unten, meist in Richtung eines Weibchens. Gelegentlich verfolgen mehrere Männchen gleichzeitig in rasantem Flug ein einziges Weibchen. Die Paarung selbst wurde noch nicht beobachtet.

Über den Nestbau von *M. clavicornis* liegen verschiedene, auch eigene Beobachtungen vor (u. a. FRIESE 1919a, MALYSHEV 1925a, ROZEN 1965). Die solitäre Art nistet in sandiger oder lehmiger Erde, meist in kleineren bis größeren Aggregationen. Der stets offene Nesteingang befindet sich meist am Grunde von Grasbüscheln oder niedrigen Kräutern und ist nur selten von einem flachen Hügelchen umgeben. Der Hauptgang (7–8 mm Durchmesser) reicht mehr oder weniger senkrecht 9–13 cm in den



Brutzelle der Schwebebiene *Melitturga clavicornis*
(nach MALYSHEV 1925a).

Boden und ist nicht mit einer Auskleidung versehen, wie von FRIESE angegeben, dessen Zeichnung und Beschreibung des Nestes nicht bestätigt werden können. Auch die Angabe von MALYSHEV, daß der Haupttunnel mit einer Sandschicht ausgekleidet ist, bedarf weiterer Beobachtungen direkt zu Beginn des Nestbaus. Gewöhnlich befindet sich in einem Nest nur ein Weibchen, es wurden aber auch Nester mit zwei Hauptgängen gefunden, in denen zwei Weibchen jeweils einen Gang in Anspruch nahmen.

Die 1,5–4,5 cm, teils bis 10 cm langen Seitengänge, die zu jeweils einer Brutzelle führen, werden nach Fertigstellung der Brutzelle immer mit Erde verfüllt. Die Brutzellen liegen ungefähr 20°, vereinzelt auch bis zu 45° von der Horizontalen geneigt, wobei die Öffnung immer höher ist als der Boden der Zelle. Die meisten Brutzellen finden sich in 20–30 cm Tiefe unter der Erdoberfläche. Die Zellwandung ist mehrere Millimeter dick. Sie hat innen eine glatte Oberfläche und ist mit einer sichtbaren, wasserdichten Auskleidung versehen. Der erdige Zellverschluß ist dick, bikonkav, spiralig rau auf der Innen- und glatt auf der Außenseite. Die Zelle selbst ist 15–16 mm lang und mißt 8 mm im Durchmesser. Der Larvenproviant wird erst dann zu einem runden, flachen »Bienenbrot« geformt, wenn das Weibchen den gesamten Vorrat in der Zelle deponiert hat. Das rund 3 mm lange und 0,65 mm dicke Ei wird mit dem Hinterende oben auf den Futtervorrat geheftet. Die Larve krümmt sich nach dem Schlüpfen und frißt das unter ihrem Kopf befindliche Futter. Ruhelarven liegen auf dem Rücken, sie müssen daher während oder nach dem Verzehr des Proviantes ihre Lage geändert haben. Einige Tage nachdem der Vorrat aufgefressen ist, kotet die Larve, spinnt danach aber keinen Kokon und überwintert als Ruhelarve.

Kuckucksbiene von *M. clavicornis* ist die in Österreich und der DDR nachgewiesene Steppenglanzbiene *Ammobatoides abdominalis*.

3.2.16 *Andrena*, Sandbienen

Die Flugzeit der einzelnen *Andrena*-Arten reicht vom zeitigen Frühjahr (*A. mitis*, *A. praecox*) bis in den Spätsommer (*A. fuscipes*), doch fliegen die meisten Arten in den Monaten April bis Juni. Einige Arten (u.a. *A. argentata*, *A. bicolor*, *A. dorsata*, *A. flavipes*, *A. minutula*, *A. morio*, *A. ovatula*) haben zwei Generationen im Jahr. Man hat oft Schwierigkeiten, die Männchen mancher Frühlingsarten zu finden. Sie besuchen kaum oder gar keine Blüten (*A. clarkella*) und verschwinden bald nach erfolgter Paarung. Um solche Tiere aufzuspüren, muß man bereits die ersten einigermaßen warmen Tage nützen. Meist ist von blühenden Weiden noch keine Spur vorhanden. Um die Mittagszeit, wenn der Boden sich etwas erwärmt hat, wird man der Männchen im Bereich der Nester oder an Baumstämmen, wo sie sich sonnen, gewahr. Von *A. clarkella* kenne ich einen Nistplatz im Schwarzwald, an dem die Männchen schwärmen, sobald dieser durch die Frühlingssonne schneefrei ist, während in unmittelbarer Nähe aber noch hoher Schnee liegen kann. An einem sehr warmen Tage Anfang April sind mir einmal Tausende von frisch geschlüpften Männchen von *A. vaga* begegnet, die über den letztjährigen Nistplätzen schwärmten. Ein plötzlicher Temperaturanstieg nach einer Kälteperiode war wohl Ursache für dieses Phänomen. Als ich einem Freund dieses Schauspiel am nächsten Tag vorführen wollte, war davon fast nichts mehr zu sehen.

Die Arten, die im Frühjahr (April bis Anfang Mai) fliegen, überwintern als Imagines, die übrigen vermutlich alle als Ruhelarven. Die Männchen sind schwach proterandrisch und erscheinen wenige Tage vor den Weibchen.

Sandbienen kommen in nahezu allen Lebensräumen vor. Der größte Teil sind Offenlandsarten, die auf Magerrasen, Fettwiesen, Ruderalflächen oder Brachland vorkommen. Aufgelassene Sand-, Kies- und Lehmgruben bergen eine ganze Reihe von Arten, ebenso wie reich strukturierte Waldränder. Einige Arten sind synanthrop und regelmäßig in Gärten und Parks zu finden (*A. bicolor*, *A. fulva*, *A. gravida*, *A. haemorrhoea*, *A. nigroaenea*). Andere Arten wiederum treten in kühleren Lebensräumen mit einer hohen Stetigkeit auf. Hierzu zählen die sogenannten »Waldarten« *A. clarkella*, *A. coitana*, *A. lapponica* und *A. ruficrus*, die aber auch in Mooren vorkommen. Andere sind ausschließlich (*A. rogenhoferi*) oder vorwiegend (*A. rufizona*) alpin verbreitet.

Der Blütenbesuch der *Andrena*-Arten ist ungemessen vielfältig, aber von Art zu Art unterschiedlich.

Eine ganze Reihe von Arten ist auf bestimmte Pflanzenfamilien oder -gattungen als Pollenquellen spezialisiert. Solche Spezialisten treffen wir daher am ehesten an ihren typischen Nahrungspflanzen an, z.B. *A. lathyri* an *Vicia*- und *Lathyrus*-Arten oder *A. agilissima* an Kreuzblütlern. Andere Arten wiederum (z.B. *A. flavipes*) sind ausgesprochene Generalisten, die mit Vertretern mehrerer Pflanzenfamilien vorlieb nehmen. Einige *Andrena*-Arten besuchen ausschließlich die Blüten von Laubbäumen (*Acer*, *Prunus*, *Quercus*, *Salix*) oder Sträuchern (*Crataegus*). Die Gattung *Andrena* hat eine große wirtschaftliche Bedeutung, da zahlreiche Arten sehr effektive Bestäuber von Nutzpflanzen (v.a. Stachelbeeren, Johannisbeeren, Erdbeeren, Obstbäumen), Wildfrüchten (Brombeeren, Himbeeren, Heidelbeeren) und Wildkräutern sind.

Die *Andrena*-Arten nisten ausschließlich in der Erde in verschiedenartigen Substraten (Sand, sandiger Lehm, Löß). Sandliebend sind v.a. *A. argentata*, *A. clarkella*, *A. fuscipes* und *A. nychemera*. Die Nistplätze sind meist ebene Flächen oder schwach geneigte Böschungen oder kleine Abbruchkanten. In Steilwänden oder in Fugen von Mauern nisten *A. agilissima* und *A. nuptialis*. Die Vegetation der Nistplätze ist meist schütter und niedrig. Völlig vegetationsfreie Stellen werden von vielen Arten verschmätzt, von anderen jedoch bevorzugt (*A. vaga*, *A. nychemera*, *A. clarkella*). *A. fuscipes* legt ihre Nester meist unter Heidekraut-Büschen oder an kleinen Steinen an. Durch Begehen oder Befahren verdichtete Böden werden nur von wenigen Arten besiedelt (*A. florea*). Zahlreiche Arten nisten, sofern die Nist- und Nahrungsbedingungen günstig sind, in teils großen Aggregationen. Von *A. vaga* fand ich in der Oberrheinebene stellenweise Ansammlungen von mehreren tausend Nestern.

Die Nestbauten der bisher untersuchten Arten zeigen alle einen recht ähnlichen Aufbau. Die einzelnen Brutzellen liegen am Ende kurzer Seitengänge, die von einem Hauptgang abgehen. Sie liegen verschieden tief (5–60 cm). Dabei legen manche Arten ihre Brutzellen nur 5–10 cm unter der Erdoberfläche an (*A. florea*), andere bis zu 60 cm tief (*A. vaga*). GEBHARDT & RÖHR (1987) fanden folgende Nesttiefen: *A. clarkella* 10–30 cm, *A. cineraria* 10–22 cm, *A. fuscipes* 10–15 cm.

Die Brutzellen, deren Boden etwas abgeflacht ist, sind innen glattwandig und mit einem Sekret ausgekleidet, das sich bisweilen wie ein hauchdünnes Häutchen abziehen läßt. Nach DE LELLO (1971) ist die Ausgangssubstanz dieser Membran wahrscheinlich ein Sekret der Dufour-Drüse der Weibchen. Wie MALYSHEV (1936) entdeckte und ich bestätigten



Nistplatz der Sandbiene *Andrena florea* auf einem unregelmäßig bespielten Fußballplatz in einem Tübinger Park.

konnte, finden sich auf der Innenwandung der Brutzelle von *A. florea* eine Anzahl kleinerer und größerer Tröpfchen (»honey drops«), möglicherweise von Nektar.

Die Anzahl der Brutzellen pro Nest schwankt bei den Sandbienen zwischen 2 und 10. Nach GEBHARDT & RÖHR (1987) bauten die Weibchen von *A. cineraria* und *A. fuscipes* jeweils 2 Nester nacheinander, die von *A. clarkella* nur je ein Nest. Keine dieser Arten legte mehr als 4 Zellen pro Nest an. Der Larvenproviant hat eine kugelige Form. Die Larve spinnt keinen Kokon. Der Nesteingang wird nach Fertigstellung des Nestes mit dem jeweils anstehenden Substrat, also Sand, Lehm oder Löß verschlossen.

Während der Sammelflüge bleibt der Nesteingang der meisten Arten ständig offen, bisweilen wird er während der Nacht oder bei ungünstigem Wetter mit etwas Erde zugeschoben. Die Weibchen mancher Arten (z.B. *A. nychemera*, *A. florea*, *A. clarkella*, *A. vaga*) scharren ihre Nesteingänge regelmäßig von außen zu, bei anderen Arten (z.B. *A. cineraria*, *A. fuscipes*) bleiben diese während der Sammelflüge stets offen.



Der Nesteingang befindet sich bei *Andrena florea* bevorzugt im Wurzelbereich von Grasbüscheln.



Brutzelle von *Andrena florea* mit Pollenballen und Ei. Beachte die Tröpfchen auf der Zellwandung.

Fast alle Andrenen leben solitär, nur von wenigen Arten wurde eine kommunale Lebensweise bekannt. LEYS (1978) fand in mehreren Nestern von *A. ferox* jeweils bis zu 80 Weibchen. Solch ein Nest bestand aus einem senkrechten Hauptgang mit nach allen Richtungen abgehenden Seitengängen, von denen jeder in einer Brutzelle endete. Auch bei den nahverwandten *A. bucephala* und *A. jacobii* leben mehrere Weibchen in einem Nest, auch bei diesen kommunalen Arten versorgt jedes Weibchen seine eigenen Brutzellen. TENGÖ (1984) deutet die kommunale Lebensweise als eine Strategie zur Reduzierung des Einflusses territorialer Parasiten (*Nomada*).

Unter den bei *Andrena* lebenden Kuckucksbienen hat die Gattung *Nomada* (Wespenbienen) den höchsten Anteil, daneben treten *Sphecodes*-Arten (Blutbienen) als Schmarotzer auf. Gegenüber diesen verhalten sich die Wirte neutral, sie dulden sie und nie wird ein Vertreiben einer Kuckucksbiene beobachtet, auch dann nicht, wenn ein zurückkehrendes Weibchen eine *Nomada* im Nest vorfindet. Vor allem Tiere der Frühjahrsarten zeigen einen Befall von Strepsipteren (*Stylops*), der sich durch Anschwellen des Hinterleibes, Abänderungen des Geschlechtsdimorphismus (Zwitterbildung) und der Körperfarbe sowie durch vorzeitiges Schlüpfen bemerkbar macht. Als weitere Schmarotzer-Gruppe kann man Wollschweber (*Bombylius*) an den Nestern bei der typischen Eiablage beobachten. Unter den Käfern sind besonders die Ölkäfer (*Meloe*) hervorzuheben, unter denen sich z.B. *Meloe violaceus* in den Nestern von *A. vaga* entwickelt.

Paarungsverhalten der Männchen

Andrena-Männchen patrouillieren oft in großer Zahl artspezifische Lebensraumstrukturen. Entlang

der Flugbahnen (»Schwarmbahnen«) werden spezifische Stellen mit Sekreten der Mandibeldrüsen markiert (HAAS 1960), deren Düfte sowohl Weibchen als auch weitere Männchen anlocken. Das Anbringen der Duftmarken ist bald nach dem Schlüpfen und zu Beginn des täglichen Patrouillierens am intensivsten. Die beduftete Stelle riecht (für Menschen) genauso wie das Sekret der Mandibeldrüsen. Manchmal kann der Duft eines »parfümierten« Busches mehrere Meter weit wahrgenommen werden. Die Männchen emittieren den Duft auch, wenn man sie in die Hand nimmt. Im Sekret der Mandibeldrüsen beider Geschlechter wurden zahlreiche flüchtige Komponenten nachgewiesen, die ein artspezifisches Duftbouquet ergeben. Die Hauptkomponenten sind Citral (zitronig duftend) und Geranial (TENGÖ & BERGSTRÖM 1976b, TENGÖ 1979a, 1979b, BERGSTRÖM et al. 1982). Die Paarung findet oft, aber nicht immer, im Fluggebiet der Männchen statt. Die Größe des Gebietes, wo der Paarungsflug der Männchen sich abspielt, variiert von Art zu Art. Manche Arten benutzen mehr oder weniger vertikal ausgerichtete Flächen wie z.B. Hecken, Gebüschrainen oder Baumstämme, wo die Männchen ständig auf und ab schwärmen. Bei anderen Arten erstrecken sich die Flugbahnen eher horizontal auf Wiesen oder entlang von Böschungen oder Wegen. Im letzten Fall werden Blüten, niedrige Büsche oder Gräser zum Setzen der Duftmarken benützt und/oder sie dienen als visuelle Landmarken auf den Flugbahnen.

HAAS (1960) hat die Flugbahnen einiger *Andrena*-Arten studiert und näher beschrieben: *A. chrysoscelles* zeichnet sich durch außerordentlich kleine Schwarmbahnen aus. In einem Fall hatte das Schwarmgebiet die Form eines unregelmäßigen Fünfecks mit den Seiten $2 \times 0,9 \times 1,8 \times 1,2 \times$

1,5 m; in einem anderen Fall war es ein unregelmäßiges Viereck mit den Seiten $2 \times 1,4 \times 1,8 \times 0,5$ m; ein drittes war nur $0,25 \times 0,6 \times 0,3 \times 0,5$ m groß. Die von HAAS beobachteten Männchen flogen Tiefenbahnen zwischen Gräsern, niedrigen Kräutern und den in Bodennähe befindlichen Ästen von Sträuchern. Die Männchen liefen immer wieder duftlegend an Grashalmen hoch. Auf dem kleinen Schwarmfeld flogen mehrere Männchen und jedes hatte seine eigene Bahn; da diese sich vielfach überschnitten, bildeten sie ein dichtes Netz. Die Männchen von *A. chrysosceles* sind sehr kurzlebig und schwärmen nur wenige Tage. HAAS bezeichnet den primitiven Bahntyp dieser Art als »einfache Schwarmbahn«. Bei *A. praecox* beobachtete HAAS folgendes: »Ein Männchen fliegt 20–30 cm über dem Boden einen Birkenstamm an und sucht daran mehrere Punkte bis zur Höhe der unteren und mittleren Äste ab. Über einem Punkt des Stammes beginnt es auf und ab zu tanzen, ähnlich wie manche Dipterschwärme (= Fliegen, der Verfasser). Dann fliegt es waagrecht an einem Seitenast entlang weiter, wiederholt auch hier den Tanz an einigen Stellen, jetzt aber waagrecht hin und her über dem Duftfeld. Deshalb möchte ich diese Bahnen Tanzbahnen nennen.«

Ein Großteil der Sandbienen hingegen fliegt in unmittelbarer Bodennähe wie *A. labialis* (»Tiefenbahnen«). Das Schwarmgebiet ist ausgedehnter als bei *A. chrysosceles*. Einzelne Bahnpunkte werden nur vage angefliegen, zwischendurch saugen sie an Blüten (»primitive Futterplatzbahnen«). *A. gravida* leitet von den Tiefenbahnen zu den »Gebüschbahnen« über. Diese Art beginnt mit einer Tiefenbahn, in die auch Nahrungspflanzen (Nektarquellen) einbezogen sind, und geht gegen Ende der Flugzeit zu Gebüschbahnen über. Am Anfang sind die Männchen noch frisch, ihr Haarkleid ist bräunlich rot und ihre Flügelränder sind unversehrt; zur Zeit der Gebüschbahnen ist ihr Haarkleid dann ausgebleicht und daher hellbraun bis weißlich-grau und ihre Flügelränder sind zerschissen. Die Bahnen von *A. haemorrhoa* und *A. fulva* erstrecken sich ebenfalls auf niedrige Hecken, Weiden, Kiefern oder Jungbuchen, gehören also ebenfalls zu den Gebüschbahnen. Die Männchen von *A. fuscipes* umschwärmen nach GEBHARDT & RÖHR (1987) kleine Kiefern und Birken.

Fliegen mehrere Arten zur gleichen Zeit und im gleichen Lebensraum, teilen sie ihre Flugbahnen untereinander auf. So beobachtete TENGÖ (1979b) auf der Insel Öland (Schweden) Gebüsch, wo Männchen von *A. helvola* eine Flughöhe von 0–0,5 m wählten, *A. haemorrhoa*-Männchen eine Höhe

von 0,5–1,5, *A. jacobi*-Männchen und/oder *A. nigroaenea*-Männchen eine Höhe von 1–3 m und *A. tibialis*-Männchen eine Höhe von 2–6 m. Die individuellen Strecken der Männchen überlappten sich stark. Oft sammelten sich die Männchen zu Schwärmen und viele passierten Teile des patrouillierten Gebietes zur gleichen Zeit.

Manchmal fliegen die Männchen über dem Boden, offenbar zur Inspektion des Gebietes und um Geschlechtspartner zu suchen. Vor allem bei Arten, die gesellig und dicht beieinander nisten, kann dieses Suchverhalten beobachtet werden. Hierbei spielen wahrscheinlich Duftstoffe, die vom Weibchen sezerniert werden, eine wichtige Rolle (ALCOCK et al. 1976, BERGSTRÖM & TENGÖ 1978). Nur Weibchen besitzen eine Dufour-Drüse, die Düfte produziert und die Mandibeldrüsen der Weibchen sind mindestens zweimal so groß wie die der Männchen. Möglicherweise geben die Weibchen beim Schlüpfen eine Mandibeldrüsen-Sekret ab, um schwärmende Männchen anzulocken. Daß der Geruch des Nistsubstrates im Verhalten der Sandbienen-Männchen eine Rolle spielt, hat BUTLER (1965) an *A. flavipes* aufgezeigt. Die Männchen dieser Art beschränken ihren Schwarmflug auf den Bereich von Nestansammlungen. Auch die Männchen von *A. cineraria* schwärmen nach meinen eigenen Beobachtungen nur an den Nistplätzen.

Die Paarung erfolgt entweder unmittelbar auf der Erde oder in der Nähe des Nestes in Blüten, auf den Blättern von krautigen Pflanzen, Sträuchern oder Bäumen in verschiedenen Höhen. Bei *A. vaga* versuchen die Männchen manchmal, sich zu den soeben schlüpfenden Weibchen vorzugraben. Die Paarung kann aber auch in den Blüten(köpfchen) der Nahrungspflanzen erfolgen, was besonders bei oligolektischen Arten regelmäßig beobachtet werden kann: So paaren sich *A. curvungula* und *A. pandellei* in den Blüten von Glockenblumen (*Campanula*), *A. humilis* in den Köpfchen von Korbblütlern, z. B. Wiesen-Löwenzahn (*Taraxacum*). Auch die Männchen polyektischer Arten (z. B. *A. haemorrhoa*) inspizieren oft Blüten, ohne aber zu landen. Eine Mehrfach-Paarung bei *Andrena* wird von TENGÖ (1979b) nicht ausgeschlossen. Bei *A. cineraria* kopulieren die Weibchen nach Beobachtungen von GEBHARDT & RÖHR (1987) nur einmal. Begattete Weibchen wehrten weitere Kopulationsversuche stets ab. BUTLER (1965) hingegen beobachtete bei *A. flavipes*, daß beide Geschlechter mehrfach kopulierten. Ich selbst konnte dies bisher jedoch nicht beobachten.

Die Nächte und Schlechtwetterperioden verbringen die Männchen häufig in Erdlöchern im Nistbereich.

3.2.17 Melitta, Sägehornbienen

Die Flugzeit der *Melitta*-Arten reicht je nach Art von Juni bis September. Als erste Art erscheint *Melitta dimidiata*, dann *M. leporina*, als letzte fliegt *M. tricineta*. Sie treten alle nur in einer Generation auf und überwintern als Ruhelarve. Sägehornbienen sind stark proterandrisch, die Männchen erscheinen oft 3 Wochen früher als die Weibchen (*M. leporina*, *M. haemorrhoidalis*).

Alle *Melitta*-Arten sind oligolektisch; *M. leporina* ist auf Schmetterlingsblütler (Fabaceae), insbesondere Luzerne (*Medicago*) spezialisiert, *M. haemorrhoidalis* auf Glockenblumen (*Campanula*), *M. dimidiata* auf Esparsette (*Onobrychis*), *M. nigricans* auf Blutweiderich (*Lythrum*) und *M. tricineta* auf Zahntrost (*Odontites*). Der Pollen wird von den Weibchen auf der Außenseite der Hinterschienen und Fersen feucht transportiert.

Die Männchen zeigen ein auffälliges Flugverhalten: Sie schwärmen mit hoher Geschwindigkeit zwischen den Blütenständen der Nahrungspflanzen. Ihre Flugbahnen sind Futterplatzbahnen, d.h. sie beziehen sich stets auf die Pollenquellen der jeweiligen Art. So verlaufen z.B. bei *M. leporina* alle Bahnen im Bereich von blühenden Luzerne-Stauden

(vgl. HAAS 1949b), immer auf der Suche nach unverpaarten Weibchen.

In Deutschland dürfte *M. haemorrhoidalis* die häufigste Art der Gattung sein, während *M. dimidiata* sehr selten ist. Das Vorkommen der Sägehornbienen in bestimmten Lebensräumen (Feldfluren, Magerrasen, Waldränder, Flußauen, Ruderalfluren) hängt u.a. von dem Vorhandensein ihrer Nahrungspflanzen ab. Dies bedeutet allerdings nicht, daß überall dort, wo ihre spezifischen Pollenquellen wachsen, auch die entsprechenden Bienenarten zu finden sind.

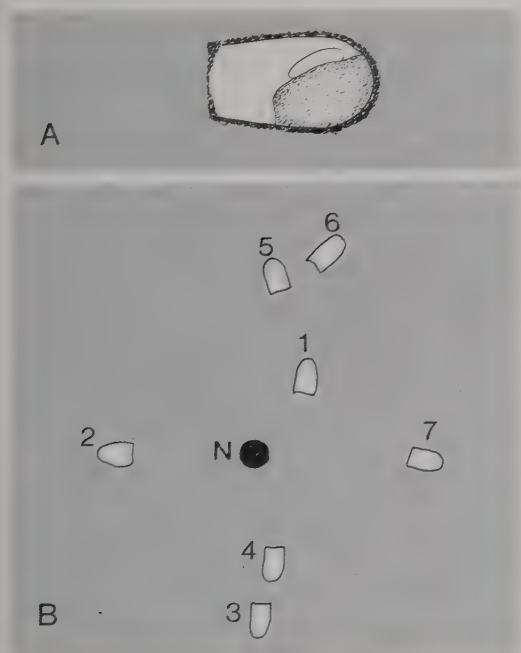
Alle *Melitta*-Arten nisten in sandigem oder lehmigem Boden. Über den Nestbau ist erst wenig bekannt. MALYSHEV (1923a) hat zwei Nester von *M. leporina* beschrieben, von denen eines 7 Brutzellen aufwies. Nach seiner Schilderung liegt der Nesteingang im Zentrum eines konischen Hügelchens. Der Haupttunnel verläuft fast senkrecht etwa 10 cm in die Tiefe. Die Seitentunnel sind nur halb so lang, fast waagrecht und führen zu jeweils einer horizontalen oder schwach geneigten, eiförmigen Brutzelle. Deren Innenwandung ist mit einer dünnen, weißlich-grauen, wachsartigen Masse beschichtet. Diese Auskleidung entstammt möglicherweise der Duft-Drüse, die bei *Melitta* ungewöhnlich groß ist (CANE et al. 1983). Der Larvenvorrat ist breiig, ohne besondere Form und im hinteren Teil der Brutzelle deponiert. Das Ei wird der Länge nach auf dem Proviant abgelegt. Der Zellverschluß besteht aus Erde und hat einen spiraligen Aufbau. Die Larve spinnt einen Kokon und überwintert als Ruhelarve.

Als Kuckucksbienen von *Melitta* sind bisher nur *Nomada*-Arten (Wespenbienen) bekannt geworden, von denen *N. flavopicta* bei mehreren *Melitta*-Arten schmarotzt.

3.2.18 Dasypoda, Hosenbienen

Die wenigen mitteleuropäischen Arten der Gattung *Dasypoda* sind typische Sommerformen, die ihre Hauptaktivität im Juli und August entwickeln und manchmal sogar bis in den September hinein fliegen. Es gibt nur eine Generation, der Winter wird als Ruhelarve überdauert.

Alle heimischen Hosenbienen sind oligolektisch. *D. hirtipes* ist auf bestimmte Korbblütler-Gruppen (Asteraceae) spezialisiert, *D. argentata* und *D. suripes* bevorzugen Kardengewächse (Dipsacaceae) besonders *Scabiosa* (*D. argentata*) und *Knaulia* (*D. suripes*). Die Weibchen sind beim Sammeln außerordentlich schnell. Ebenso fallen auch die Männchen durch ihren stürmischen Flug auf. Über deren Ver-



Nest der Sägehornbiene *Melitta leporina*. A: Brutzelle mit Larvenproviant und Ei. B: Lage und Reihenfolge des Baus der 7 Brutzellen (1–7). N = Nesteingang (nach MALYSHEV 1923a).



Pollenbeladene Hosenbiene *Dasygaster hirtipes* vor dem Nesteingang im Sandboden einer Kiesgrube.

halten in Zusammenhang mit dem Paarungsgeschehen berichten BERGMARK et al. (1984). Sowohl der Duft der Weibchen als auch deren auffällige Schienenbürsten (Scopae) dienen den Männchen als Signale bei der Partnererkennung.

Die Hosenbienen leben solitär und nisten in der Erde, bevorzugt im Sand, gelegentlich auch in sandigem Lockerlöß. Daher findet man z.B. *D. hirtipes* fast ausschließlich in Sandgebieten, wo sie sogar in breiten Fugen gepflasterter Wege nistet. Kahle oder nur schütter bewachsene Stellen werden bevorzugt. Die Nester werden oft in großer Zahl dicht beieinander angelegt und zwar meist auf horizontalen bis schwach geneigten Flächen, bisweilen aber auch in kleinen Abbruchkanten.

Über den Nestbau der *D. hirtipes* hat schon MÜLLER (1884) eingehende Untersuchungen angestellt. Auch MALYSHEV (1927a) hat das Nest beschrieben. LIND (1968) hat sich speziell mit dem Verhalten während der Verproviantierung beschäftigt. Die Ausführungen dieser Autoren seien hier nebst meinen eigenen Beobachtungen zusammengefaßt.

Das Weibchen gräbt bald nach dem Schlüpfen in den Boden einen zunächst schrägen, dann aber plötzlich fast senkrecht verlaufenden Gang, der einige Windungen aufweisen kann. Der Nesteingang wird bisweilen unter einem Grasbüschel oder am Wurzelhals einer krautigen Pflanze versteckt, in der Regel jedoch völlig offen angelegt. Der Boden, in den das Nest gegraben wird, kann sehr fest sein. Der Eingang des Nestes liegt auf einer Seite eines kleinen Hügels ausgeworfener Erde. Am Ende des Haupt-

ganges verläuft ein mehr oder weniger horizontaler, kurzer Seitengang, der in der Brutzelle endet. Ist diese Zelle fertiggestellt, wird der Seitengang mit Erde verfüllt und ein neuer Seitengang gegraben, der wiederum in einer Brutzelle endet. So werden von ein und demselben Hauptgang aus in verschiedenen Höhen und in verschiedenen Richtungen nacheinander eine größere Zahl einzelner Brutzellen angelegt. Die Brutzellen liegen schließlich zwischen 8 und 23 cm (LIND) bzw. 20 und 60 cm (MÜLLER) unter der Erdoberfläche. Der Hauptgang wird nach Fertigstellung des Nestes ebenfalls mit Sand zugeschüttet. Die Brutzelle ist horizontal oder schwach geneigt orientiert. Ihre Innenwandung ist unpoliert und nicht ausgekleidet, eine seltene Ausnahme bei erdbewohnenden Bienen.

In die Brutzelle wird das Larvenfutter zunächst nur als trockener, loser Pollen deponiert eingetragen. Eine Pollenladung wiegt zwischen 38 und 43 mg. Erst nach einigen Sammelflügen wird auch Nektar zusammen mit Pollen deponiert und ein erster Futterballen geformt. Ob dieser während der Versorgungsphase tatsächlich mit einer Sandschicht bedeckt wird, wie von MÜLLER beschrieben, bleibt fraglich, da MALYSHEV dies nie beobachtet hat. Nach dem letzten Ausflug und vor der Eiablage gibt die Hosenbiene dem Proviant eine charakteristische Gestalt: Sie setzt ihn auf drei kleine »Füßchen«, mit Hilfe derer er auf dem Boden der Zelle ruht und die helfen, eine Verpilzung des Futters zu vermindern. Der leicht auseinanderbrechende Futterballen wiegt zwischen 230 und 350 mg. Das 5–6 mm lange Ei

wird oben auf den Futterballen der Länge nach abgelegt. Der Verschluß der Brutzelle hat eine spiralförmige Struktur und besteht aus dem Erdmaterial der Zelumgebung. Nach dem kompletten Verzehr des Futters gibt die *Dasypoda*-Larve ihre Exkremente in Form kleiner Kotbällchen ab. Sie spinnt im Gegensatz zu *Melitta* und *Macropis* keinen Kokon und überwintert als Ruhelarve.

Die Weibchen verbringen während der Verproviantierungsphase die Nächte im Nest, dessen Eingang von innen mit Sand zugescharrt wird. Weibchen, die noch nicht mit dem Nestbau beschäftigt sind, graben sich oft für die Nacht im Sand ein. Die Männchen klammern sich zum Schlafen oft an die Blütenköpfchen von Flockenblumen. Kuckucksbienen habe ich bei *Dasypoda* bisher nicht beobachtet.

3.2.19 *Macropis*, Schenkelbienen

Die Arten der Gattung *Macropis* sind Früh- und Hochsommerformen mit einer Generation im Jahr. *M. fulvipes* erscheint mit der Blüte des Punkt-Gilbweiderichs (*Lysimachia punctata*) bereits Mitte Juni, rund 2 Wochen früher als *M. labiata*. Die Hauptnistaktivität der Schenkelbienen endet im August, zieht sich in manchen Jahren aber bis Anfang September hin.

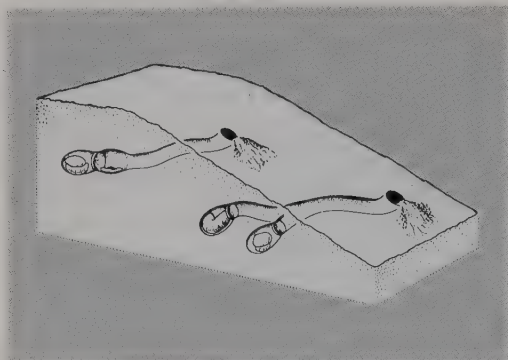
M. labiata kommt nahezu überall dort vor, wo der Gewöhnliche Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*) reiche Bestände bildet. In Flußauen (Rheinebene) ist sie daher regelmäßig zu finden. Außerhalb der Flußsysteme kann sie als Charakterart von Feuchtgebieten gelten. *M. fulvipes* hingegen zeigt eine starke Bindung an Wälder (Waldränder eingeschlossen). Dort lebt sie an solchen Stellen, wo ihre Haupt-Pollenquelle, der Pfennig-Gilbweiderich (*Lysimachia nummularia*) wächst. Außerhalb des Waldes wird sie nur selten angetroffen, z. B. dort, wo der Punkt-Gilbweiderich (*Lysimachia punctata*) in Waldrandnähe als Gartenpflanze gezogen wird und bisweilen verwildert ist.

Alle Schenkelbienen sind oligolektisch und auf ölsezernierende *Lysimachia*-Arten spezialisiert. Die Weibchen sammeln nicht nur den Pollen, sondern auch das Öl ihrer Blüten. VOGEL hat dies als erster erkannt, 1976 publiziert und 1986 in seiner bemerkenswert gründlichen Art und Weise dargestellt. Hinsichtlich ihrer Eigenversorgung sind die *Macropis*-Weibchen und -Männchen freizügig, d. h. sie besuchen alle möglichen Pflanzen in der Umgebung ihres Nistplatzes, sofern deren Nektar den kurzrüsseligen Schenkelbienen zugänglich ist. Über 70 Nektarwirte sind bekannt geworden. Die Männchen

von *Macropis* etablieren Territorien in *Lysimachia*-Beständen, um dort die Weibchen zu treffen und befliegen sie bis zum Ende ihrer Flugzeit. Die Paarung erfolgt wohl meist auf den *Lysimachia*-Blüten.

Schenkelbienen leben solitär und nisten in der Erde. Das Substrat scheint keine Rolle für die Wahl des Nistplatzes zu spielen. Die Nester wurden bisher nur selten gefunden, da die Eingänge unter Gras oder Moos sorgfältig versteckt sind. Vor dem Nesteingang liegt eine kleine Auswurfhalde (Tumulus). VOGEL (1986:86) untersuchte drei Nester von *M. fulvipes*, die er folgendermaßen beschreibt: »Der Boden war lehmig und stark mit lebenden Wurzeln durchsetzt. Diese durch geringe Abbiegungen umgehend, verlief ein geglätteter Gang von 6 mm Durchmesser schräg hinab und endete nach 8 cm in einer etwas schief ansetzenden, verschlossenen Brutzelle, die eine erwachsene Larve enthielt. Eine verfüllte Abzweigung des Tunnels von gleicher Weise endete nach 2 cm Verlauf in einer zweiten verschlossenen Zelle mit fast vollständigem Proviant und fressender, noch junger Larve. Der etwas seitwärts gekrümmte, ca. 8 cm lange Kanal des anderen Nestes war anscheinend unverzweigt und endete in zwei serial aufeinanderstehenden Zellen. Die distale, verdeckelte enthielt Proviant mit fressender mittelgroßer Larve, die proximale, unverschlossene nur wenig Bienenbrot und eine kleine, tote Larve. Der Tunnel des dritten Nestes, von dem ein Zinnausguß hergestellt wurde, stieg leicht gewunden 5,5 cm abwärts und lief unmittelbar in eine Zelle aus, die noch offen, aber durch eine Wandverengung vom Hauptgang gesondert und fast vollständig verproviantiert war. Alle Zellen wiesen in verschiedenen Neigungswinkeln schräg abwärts und befanden sich nur etwa 2,5 cm unter der Oberfläche. Eier oder Cocons wurden nicht gefunden. Die einzelne fertige Brutzelle war sehr regelmäßig ovoid, 9 mm lang und 5,5 mm im Durchmesser, mit einem 4,5 mm breiten, in spiraliger Folge gemörtelten, innen concaven Erddeckel verschlossen.«

Die Beschreibung eines von MALYSHEV (1929) gefundenen Nestes stimmt gut mit den Befunden von VOGEL überein. Allerdings fand er stets 2 hintereinanderliegende Zellen am Ende des Hauptganges und der 1–3 Verzweigungen (»linear branching type«). Nach den Angaben von MALYSHEV (1929), BOUWMAN (1921) und PHIPPS (1948) scheint *M. labiata* ihre Nester im wesentlichen nach der Art von *M. fulvipes* anzulegen. LIEFTINCK (1957) fand in Holland Bauten mit vier Seitenästen mit bis zu 8 Zellen pro Nest. Der Bau der amerikanischen *M. nuda* weist ebenfalls einen Hauptgang mit 2–3 Verzweigungen auf, die meistens mit zwei (selten mehr)



Zwei Nester der Schenkelbiene *Macropis fulvipes* im Aufriß in Hanglage mit Auswurf. Die zu den verdeckelten Zellen führenden Gänge sind mit Erde gefüllt (nach VOGEL 1986).

Zellen in linearer Reihenfolge enden und mit Erde ausgefüllt sind (ROZEN & JACOBSON 1980). *Macropis* fertigt Futterballen von eiförmig-flachgedrückter Gestalt, die allseits ungeglättet sind und mit zwei Unebenheiten (»Füßen«; einem breiteren hinteren und einem zahnartigen vorderen) auf dem rückwärtigen Zellenboden ruhen. Einer der von VOGEL gefundenen Proviante wog frisch 67,2 mg, ein anderer 59,3 mg. Da zwei Pollenladungen ca. 11 mg wiegen, erfordert ein einzelner Larvenproviant 5–8 Sammelflüge. Das Bienenbrot besteht aus *Lysimachia*-Pollen, vermischt mit reichlich Öl. Da es eine schwache Reaktion im Glucose-Test zeigt, enthält es offenbar auch etwas Nektar.

Das Ei liegt längs, also mit beiden Enden, auf der Oberseite des Proviantes und fällt beim geringsten Stoß herunter. Nachdem die Larve innerhalb der relativ kurzen Zeit von 2 Wochen ihr Futter aufgezehrt hat, spinnt sie einen zweischichtigen Kokon. Erst wenn sie mit dem Spinnen begonnen hat, entleert sie sich dünnflüssiger Exkremente, dabei wird die Masse des Kots dann abgegeben, wenn die äußere Kokonhülle bereits gefertigt ist. Die Exkre-



Brutzelle der nordamerikanischen Schenkelbiene *Macropis nuda* mit Larvenproviant und Ei (nach CANE et al. 1983).

mente bedecken von innen diese Außenhülle vollständig mit Ausnahme des Kokonvorderendes. Auf sie wird eine weitere Gewebsschicht gesponnen, die dünner und von perlmutterartigem Glanz ist. Der außen dunkelbraune Kokon füllt die gesamte Zelle aus. *Macropis* überwintert im Stadium der Ruhelarve.

Macropis kleidet die Brutzellenwände mit einem matt glänzenden, etwas durchscheinenden, olivgrünen, wasserfesten, wachsartigen Belag aus, der die ganze Innenwandung überzieht, jedoch den gemauerten Deckel ausspart. Ob diese unlösliche, wasserabweisende Wandversiegelung ein eigenes (Drüsen-)Produkt der Bienenweibchen oder ein durch Zusätze zur Erstarrung gebrachtes Derivat des *Lysimachia*-Öls ist (CANE et al. 1983), bedarf noch der Klärung. Für letzteres sprechen physikalische Übereinstimmungen mit verfestigten Ölresten an konservierten Tieren sowie chemische Analysen.

Bei heimischen *Macropis*-Arten tritt nur eine Kuckucksbiene auf, wobei es sich um die Schmuckbiene *Epeoloides coecutiens* handelt.

3.2.20 Trachusa, Bastardbienen

Die mit *Anthidium* nah verwandte Gattung *Trachusa* ist bei uns nur mit der Art *T. byssina* vertreten, die als Sommerform Ende Juni erscheint und bis spät in den August hinein fliegt. Die Bastardbiene hat nur eine Generation im Jahr. Die Männchen erscheinen wenige Tage vor den Weibchen. In Mitteleuropa sind ihre Hauptlebensräume Waldränder, Magerrasen und Sandheiden.

T. byssina ist oligolektisch und auf Schmetterlingsblütler (Fabaceae) spezialisiert, wobei Hornklee (*Lotus*) die höchste Bedeutung als Pollenquelle besitzt. MÜLLER (1944) beobachtete auch die Paarung auf Hornklee. Während das Weibchen Nektar saugte, schwebte das Männchen wie eine Schwebfliege in etwa 10 cm Entfernung und stürzte sich dann von hinten auf das Weibchen. Während der Kopula blieb das Paar sitzen.

Die Art lebt solitär und nistet in der Erde in selbstgegrabenen Gängen, meist in kleineren Aggregationen. Unter optimalen Bedingungen bauen bis zu 100 Weibchen dicht beieinander. Die Nester werden gerne auf leicht geneigten, südexponierten Flächen angelegt, besonders dort, wo der Boden durch Pflanzen oder Reste abgestorbener Vegetation etwas befestigt ist. Der Nestbau ist mehrfach beschrieben worden (u.a. FRIESE 1923, HACHFELD 1926, SAHLBERG 1890). In jüngster Zeit hat sich BELLMANN (1981) erneut mit dem Nestbauverhal-



Bastardbiene *Trachusa byssina* mit Blattrolle in den Mandibeln.



Trachusa byssina mit Harzbröckchen, das auf der Kopfunterseite »klebt«.



Teil eines Nestes von *Trachusa byssina* mit zwei unmittelbar aneinander gebauten Brutzellen.

ten befaßt. Das Wesentliche der Ergebnisse dieser Autoren wie meiner eigenen Beobachtungen sei kurz zusammengefaßt.

Zunächst gräbt *Trachusa* einen etwa 10 cm langen, fast horizontalen Gang in den Boden. Für diese Tätigkeit benötigt sie $1\frac{1}{2}$ bis 3 Stunden, mitunter einen ganzen Tag. Am Ende dieser Erdhöhle wird die erste Brutzelle gebaut, indem der Gang zunächst mit etwa 15–25 mm langen, 2–3 mm breiten Blattstreifen ausgekleidet wird. Die Blattstücke werden

aus Laubblättern von Birken, Buchen, Weißdorn, Weide oder Weidenröschen mit den Mandibeln ausgeschnitten. Die Bastardbiene setzt sich auf den Rand eines Blattes und schneidet mit ihren Mandibeln vom Blattrand einen Streifen ab, den sie während des Schneidens unter ihrem Körper spiralig zusammenrollt. Schließlich hält sie sich nur noch an der Blattrolle fest. Nach rund 3 cm Schnittlänge ist wieder der Blattrand erreicht, und die Biene fällt mit der Blattrolle ab. Indem sie sich aber fängt, fliegt sie

mit der Rolle davon, die sie mit den Mandibeln festhält. Der ganze Vorgang des Blattschneidens dauert etwa 25 sec. Wieder ins Nest geschlüpft, läßt sie die Blattrolle in dem als Brutzelle vorgesehenen Gang los. Aufgrund seiner Spannung legt sich der Blattstreifen von selbst an die Wandung an. Auffallend ist sein rauh gezackter, fast gesägter Schnitt, der bei *Megachile* viel glatter ist. Für eine Brutzelle werden 7–14 Streifen benötigt.

Nach der Auskleidung mit Blattstreifen werden Harzbrocken eingetragen. Die Biene holt die Harzkümpchen wahrscheinlich aus der Wipfelregion von Kiefern oder von Fichten, und zwar von den Knospenschuppen. Die Harzbrocken haben 1–4 mm Durchmesser und sind beim Transport an den Unterseiten der geschlossenen Mandibeln und an der Kopfunterseite festgeklebt. Für jede Brutzelle werden 20–30 Harzbrocken benötigt, deren Eintragen rund 2–3 Stunden dauert. Das Harz wird zunächst nicht verarbeitet, sondern am Grunde der Zelle aufgestapelt. Erst wenn genügend Harz herbeigeschafft worden ist, wird es an der Innenwand zu einer dünnen Schicht verstrichen, welche die Blattstreifen zu einem Ganzen verklebt.

Nun wird Pollen und Nektar eingetragen. Innerhalb von 1–2 Tagen werden 8–14 Sammelflüge von je 1–2 Stunden Dauer durchgeführt. Als Ergebnis finden wir in der Zelle einen dickflüssigen Futterbrei. Nach Ablage des Eies wird die Öffnung der Zelle mit einem ca. 10 mm langen Harzpropfen verschlossen, der gelegentlich kleine Blattstücke enthält. Die einzelne Brutzelle hat eine Länge von ca. 20 mm und einen Durchmesser von ca. 8 mm. Zwischen den Blattstreifen tritt stellenweise das Harz hervor. Die Wandung ist 0,5–1 mm dick. Die Biene beginnt nun mit der Anlage einer neuen Zelle, die im allgemeinen der ersten unmittelbar aufsitzt. Dann wird meist vor der zweiten Zelle ein Seitengang gegraben, der 1–3 Zellen aufnimmt. Für weitere Brutzellen werden zusätzliche Seitengänge geschaffen. Alle Brutzellen liegen nahezu in einer Ebene. Nach dem Bau der letzten Zelle wird das Nest nicht verschlossen. In größeren Aggregationen kann man bisweilen Weibchen beobachten, die aus anderen Nestern Harz stehlen.

Hat die Larve den Futtermaterial verzehrt, entledigt sie sich ihrer Exkremente in Form kleiner Kotbällchen und beginnt mit der Anfertigung eines Kokons. Dieser besteht aus zwei Gespinstlagen. Die äußere Schicht (Außenkokon) kleidet den gesamten Hohlraum der Brutzelle aus. Die innere Schicht (Innenkokon) schmiegt sich hinten und an den Seiten dem Außenkokon an. Zwischen den beiden Gespinstlagen bleibt vorne ein Hohlraum von ca.

2–3 mm Länge bestehen, in den der ca. 1 mm hohe Kokonzapfen hineinragt. Hier steht der Innenkokon mit dem Außenkokon durch einzelne, in konzentrischen Ringen angebrachte Fäden in Verbindung. In der Umgebung der Nester kann man in den Abendstunden Männchen wie Weibchen der *Trachusa* finden, die sich an Grashalmen oder dünnen Stengeln in typischer Schlafstellung mit den Oberkiefern festgebissen haben. Bei hoher Populationsdichte können sich auf diese Weise richtige Schlafgesellschaften bilden. Die Weibchen ruhen allerdings auch in ihrem eigenen Nest.

An den Nistplätzen von *T. byssina* kann man regelmäßig die Kegelbiene *Coelioxys quadridentata* beobachten, die höchstwahrscheinlich bei der Bastardbiene parasitiert, bisher allerdings nicht aus deren Brutzellen gezogen wurde.

3.2.21 Anthidium, Woll- und Harzbienen

Die heimischen *Anthidium*-Arten fliegen alle im Früh- und Hochsommer. In der Regel haben sie nur eine Generation. Lediglich *A. manicatum* kann in heißen und langen Sommern eine partielle 2. Generation aufweisen. Bei dieser Art erscheinen übrigens die Weibchen vor den Männchen, die Art ist also proterogyn.

Die meist wärmeliebenden *Anthidium*-Arten bewohnen in erster Linie offene Landschaften. In den Gärten der Dörfer und Städte treffen wir regelmäßig *A. manicatum*, bisweilen auch *A. oblongatum* an, sofern dort geeignete Nahrungspflanzen und Lieferanten von Baumaterial wachsen. *A. montanum* ist ein Bewohner der Mittel- und Hochgebirge.

Was den Blütenbesuch betrifft, so sind einige *Anthidium*-Arten zwar polylektisch, doch zeigen sie eine gewisse Vorliebe für Vertreter ganz bestimmter Pflanzenfamilien, während andere von ihnen nie zum Pollensammeln befliegen werden. *A. manicatum* bevorzugt z.B. Lippenblütler (Lamiaceae), Schmetterlingsblütler (Fabaceae) und Rachenblütler (Scrophulariaceae); *A. oblongatum* und *A. punctatum* sind fast nur an Schmetterlingsblütlern, insbesondere Hornklee (*Lotus*) oder Esparsette (*Onobrychis*), an Dickblattgewächsen (Crassulaceae), insbesondere Mauerpfeffer (*Sempervivum*) und Fetthennen (*Sedum*) oder an Resedengewächsen (Resedaceae) pollensammelnd anzutreffen. *A. lituratum* ist oligolektisch und auf bestimmte Korbblütler (Asteraceae), insbesondere Disteln (*Cirsium*, *Carduus*, *Onopordum*) und Flockenblumen (*Centaurea*) spezialisiert.

Die Verwendung bestimmter, artspezifischer Ma-

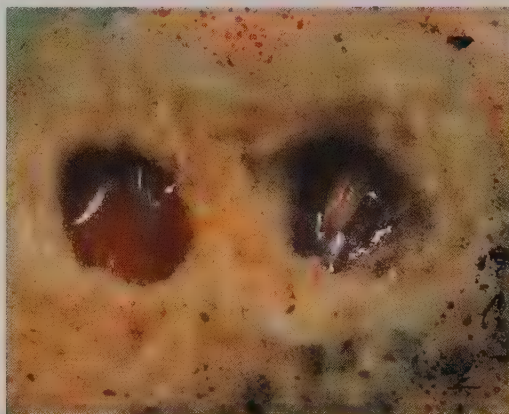
terialien zum Bau der Brutzellen hat den Vertretern der Gattung *Anthidium* ihre deutschen Namen eingebracht: Wollbienen, z. B. *A. manicatum*, *A. oblongatum*, *A. punctatum* und *A. montanum* verwenden Pflanzenhaare; Harzbienen wie *A. strigatum* benutzen das Harz von Nadelbäumen. Im südlichen Mitteleuropa gibt es aber auch *Anthidium*-Arten, die Pflanzenhaare und Harz bzw. Harz und Erde zum Brutzellenbau verwenden.

Die Wahl des Nistplatzes ist von Art zu Art verschieden. Von den meisten Arten werden vorgefundene Hohlräume verschiedenster Art genutzt. *A. strigatum* baut ihre Brutzellen an Steine, Stengel oder Baumstämme. Die häufigste Wollbiene in Deutschland dürfte *A. manicatum* sein. Dennoch sind ihre Nester – wie auch die anderer Wollbienen – sehr schwer zu entdecken, da sie oft weit weg von dem »Baustofflieferanten« oder der Nahrungsquelle gebaut werden. Mehrfach wurde über den Nestbau dieser Art berichtet (u. a. von FERTON 1905, 1908, KURTAK 1973, M. MÜLLER 1931a, U. MÜLLER 1987). Auch mir gelang es bisher nur ein einziges Mal, ein im Bau befindliches Nest zu finden.

Das Nest wird von *A. manicatum* in allen möglichen Hohlräumen angelegt: zwischen gelockertem Mauerwerk, in breiten Spalten alter Balken und Pfosten, in den Löchern alter Lehmwände, in Eisenrohren oder zwischen Fensterrahmen; auch die Armlehne eines Stuhls sowie eine elektrische Klingel wurden bekannt. Gezielt angebotene Nisthilfen werden nach bisherigen Erfahrungen nur unter experimentellen Bedingungen im Gewächshaus, im Freien jedoch nicht oder nur sehr vereinzelt angenommen. Das Nest sieht aus wie ein großer Wattebausch, tatsächlich besteht es aber aus einem Hau-



Nest von *Anthidium manicatum* in einem hohlen, angerosteten Eisenträger. Die den Hohlraum verschließende Kunststoffkappe wurde entfernt. Der Zugang zum Nest befand sich am entgegengesetzten Ende des Trägers.



Wollnest von *Anthidium manicatum* mit zwei aufpräparierten Brutzellen, in denen (links) ein Ei und (rechts) eine junge Larve zu sehen sind.



Die Wollbiene *Anthidium manicatum* am Blütenstand der Strohblume *Helichrysum thiansanicum* kurz vor dem Abflug mit Pflanzenwolle.

fen Pflanzenhaare, in dem die von außen nicht sichtbaren Brutzellen unregelmäßig verteilt liegen. Röhrenförmige Hohlräume können auch Linienbauten enthalten. Die Nester bestehen aus 3–16 Brutzellen, die zwar nacheinander gebaut, aber ohne Zwischenräume miteinander verbunden sind. Bei Haufennestern ist nur durch vorsichtiges Auf-

zupfen und Freilegen der Brutzellen deren Reihenfolge zu ermitteln. Als Lieferanten von Baumaterial wurden u.a. bekannt: Woll-Ziest (*Stachys byzantina*), Deutscher Ziest (*Stachys germanica*), Kranz-Lichtnelke (*Lychnis coronaria*), Strohblume (*Helichrysum thianshanicum*, *Helichrysum* × "Schwefellicht"), Quitten (*Cydonia*) und Flugsamen von Pappeln (*Populus*).

Zum »Ernten« des Baumaterials benützen die Weibchen ihre Mandibeln, mit denen sie die Haare



Anthidium punctatum beim Abschaben der Pflanzenhaare von einem Blattrand der Eselsdistel (*Onopordum acanthium*).



Brutzelle von *Anthidium punctatum* in der Erdspalte einer Lößböschung. Beim Zellenbau wurden auch Flughaare von Distelsamen verwendet. Der Zugang zur Zelle wurde ebenfalls mit Pflanzenhaaren verschlossen.

von der Epidermis abzupfen oder -schaben. Die Haare werden von den Vordertarsen übernommen, sobald sie sich unter den Mandibeln angesammelt haben. Vordertarsen, Mittel- und Hinterbeine sowie das gekrümmte Abdomen formen die gewonnenen Haare zu einer Kugel. Laufend werden weitere Haare hinzugefügt, wobei die Kugel ständig gedreht wird. Lose Haare werden vollständig in die Kugel eingearbeitet. Nun fliegt die Wollbiene hoch, die Kugel immer noch unter ihrem Körper mit den Beinen festhaltend, und verweilt eine Weile im Stehflug vor der Pflanze, tanzt mehrfach auf und ab, übergibt die Kugel den Mandibeln und fliegt – oft in mehreren Metern Höhe – direkt in Richtung ihres Nistplatzes. Die kompletten Wollkugeln variieren in Größe und Haardichte. Um eine transportbereite Kugel zu erhalten, kann die Biene zwischen 15 Sekunden und 5 Minuten benötigen. Eine einzelne Kugel wird von verschiedenen Stellen an ein und derselben Pflanze bzw. dicht beieinander wachsenden Pflanzen hergestellt. Wird die Biene während des Sammelns erschreckt, fliegt sie auf und läßt ihre bereits gesammelten Haare fallen.

Nachdem die Pflanzenhaare verarbeitet und so geformt wurden, daß eine Höhlung entstanden ist, wird die Zelle mit Nektar und Pollen versorgt. Zur Nektarabgabe kriecht die Biene mit dem Kopf voran in die Zelle, zum Abstreifen des Pollens kommt sie wieder heraus und kriecht rückwärts hinein. Bevor sie wieder abfliegt, dreht sie sich herum und schließt den Zelleingang, indem sie seine Seiten mit den Oberkiefern zusammenzieht. Wenn das Verproviantieren durch den Einbruch der Dunkelheit oder durch schlechtes Wetter unterbrochen wird, ruht das Weibchen mit dem Kopf voran in der Zelle.

Der Futterbrei ist zähflüssig. Das Ei wird mit seiner ganzen Längsseite darauf abgelegt. Wenn der Vorrat von der Larve nahezu aufgefressen ist, werden über einen Zeitraum von 2–5 Tagen braune Kotwürstchen abgegeben. Die Brutzelle wird innen von der Larve mit einem Sekret überzogen, so daß später die Innenwandung um den Kokon wie »geleimte Watte« aussieht. Beim anschließenden Spinnen eines Außenkokons werden Kotbällchen und Haare der Wandung eingearbeitet. Innerhalb dieses Außenkokons wird ein fester, seidiger Innenkokon gesponnen. Der Kokon ist wie bei anderen *Anthidium*-Arten zu einer Spitze ausgezogen. In der Regel überwintert *A. manicatum* im Stadium der Ruhelarve. Von der Imago wird der vordere Teil des Kokons aufgebissen und dann abgestoßen.

Der vor dem Wollhaufen gelegene Hohlraum wird mit allerlei Kleinteilen aufgefüllt: z.B. Erdbröckchen, Steinchen, Holzstückchen, Schnecken-



Nest der Wollbiene *Anthidium lituratum* in einem dünnen Stengel einer Königskerze (*Verbascum*).



Aufpräparierte Brutzelle von *Anthidium lituratum* mit Bienennei. Der zähflüssige Futtermittelvorrat enthält nur Pollen der Rispen-Flockenblume (*Centaurea paniculata*).

häuschen, Styroporkügelchen und sogar Flügeldecken von Käfern.

Das Nestbauverhalten von *A. punctatum*, das von BELLMANN (1981) untersucht wurde, ähnelt in den Grundzügen dem von *A. manicatum*. Die Art nistet bevorzugt im Erdboden, in vorhandenen Spalten oder Löchern von 2–5 cm Tiefe oder unter Steinen. Mehrere Brutzellen liegen oft dicht hintereinander. Die Wollbiene kleidet den Hohlraum mit Pflanzenhaaren verschiedener Herkunft, u. a. von Königskerze (*Verbascum*), Eselsdistel (*Onopordum*) oder Sandstrohlume (*Helichrysum*) aus und verarbeitet sie zu einer watteartigen, selbsttragenden Wand. Nach jedem Sammelflug kriecht sie zunächst mit dem Kopf voran in die Zelle und gibt den mitgebrachten Nektar ab. Anschließend kommt sie wieder heraus, dreht sich und schiebt ihr Abdomen in die Zelle, um den Pollen abzustreifen. Bevor sie wieder abfliegt, verschließt sie die Zelle mit den Mandibeln bis auf eine kleine Öffnung. Eiablage und endgültiges Verschließen der Zelle wurden noch nicht beobachtet. In kleinen Hohlräumen wird nur eine Zelle gebaut, in größeren schließen sich weitere

Zellen an. Um den Hohlraum abzuschließen, füllt sie diesen mit kleinen Steinchen, Holzstückchen, Schneckenhäuschen und ähnlichen Kleinteilen auf, die sie im Flug mit den Mandibeln herbeiträgt. Bau, Versorgung und Verschließen einer Brutzelle werden bei günstigen Witterungsbedingungen an einem Tag abgeschlossen.

Unter den heimischen Wollbienen nimmt *A. lituratum* hinsichtlich der Nistweise eine gewisse Sonderstellung ein, da diese Art fast ausschließlich in Pflanzenstengeln nistet. Verschiedene Autoren haben das Nest beschrieben (u. a. ENSLIN 1923, FERTON 1908, FRIESE 1898c, GRANDI 1934a) und auch mir ist es mehrfach gelungen, Nester während des Baus und nach der Fertigstellung zu finden. Das Nest wird in der Regel in markhaltigen Zweigen von Holunder (*Sambucus*) oder in dünnen Stengeln von Brombeeren (*Rubus*), Königskerzen (*Verbascum*) oder in offenen Schilfhalmern (*Phragmites*) angelegt. Das Mark wird entweder von der Biene selbst ausgenagt oder bereits von anderen Bienen (z. B. *Osmia tridentata*) ausgehöhlte Gänge werden bebaut. Das Nest ist ein reiner Linienbau und sieht aus

wie ein zusammenhängender Strang von weißer Pflanzenwolle. Der letzten Brutzelle schließt sich ein leerer Zwischenraum von wenigen Millimetern an und daran ein Verschlußpropfen aus Pflanzenhaaren. Bis zu 9 Zellen wurden bisher in einem einzigen Stengel festgestellt. Die einzelnen Zellen sind durch 1,5–2 mm breite Zwischenwände aus Pflanzenhaaren voneinander getrennt.

In der Wollzelle eingebettet befindet sich ein dickbreiiger Proviant, auf den das Ei in der Weise abgelegt wird, daß es mit der Längsseite auf dem Futterbrei schwimmt. Die Larve entleert nach dem Futterverzehr erst ihre Exkremente vollständig, bevor sie die Innenwandung der Zelle mit einem glänzenden Häutchen überzieht. Die Kotwürstchen werden alle am oberen Ende der Zelle angehäuft. Anschließend wird ein Kokon gesponnen, der 7 mm lang, elliptisch und von rotbrauner Farbe ist. Er liegt frei in der Zelle und ist an keiner Stelle mit der Wollhülle verbunden. Er besteht aus zwei Lagen: die äußere ist matt, rotbräunlich, die innere grauweiß und glänzend. Am oberen Pol trägt der Kokon eine kleine Spitze, die der kappenartigen Kotmasse dicht anliegt und für *Anthidium*-Kokons typisch ist. Auch in alten Gallen von *Andricus* (= *Cynips*) wurden Nester mit 5–9 Brutzellen gefunden.

Territorialverhalten von Wollbienen

Die Männchen von *A. manicatum* sind wie bei vielen anderen Wollbienen in der Regel größer als die Weibchen. Bei schönem Wetter fliegen sie ständig zwischen den Blütenständen bestimmter Nahrungspflanzen, verjagen andere Blütenbesucher, saugen Nektar und ruhen gelegentlich auf Blättern, angrenzenden Strukturen oder auf der Erde. Ihr Flug ist sehr charakteristisch: kurze, geradlinige Flüge von 30–60 cm sind unterbrochen von kurzen Phasen des Stehflugs oder Schwebens zwischen den Blütenständen. Diese Art des Patrouillierens gehört zu ihrem Territorialverhalten, das schon viele Beobachter fasziniert hat (u.a. GREEN 1921, HAAS 1960, PECHUMAN 1967, PERKINS 1928, PLATEAU 1899, SEVERINGHAUS et al. 1981, SITOWSKI 1947, WARD 1928). Jeder aufmerksame Naturfreund kann dies auch in seinem Garten beobachten.

Das Männchen nähert sich jedem Fluginsekt, das in das oft nur 1/2 Quadratmeter große Territorium eindringt. Das sich anschließende Verhalten hängt sehr von dem Typ des Eindringlings ab. Honigbienen, Hummeln und andere größere Bienen sind am häufigsten Ziel der Attacken und werden von der Seite gerammt. Dabei krümmt das Männchen sein Abdomen, so daß außer den Mandibeln auch die Stacheln der letzten Segmente den Eindringling tref-

fen. Honigbienen werden dabei gelegentlich bis zur Flugunfähigkeit an den Flügeln verletzt. Männchen der eigenen Art werden oft mit den Beinen gepackt und es kommt zu einem Kampf, bei dem beide zu Boden fallen und sich dann trennen. Oft verfolgt das Männchen einen Eindringling solange, bis dieser das Territorium verlassen hat.

Sobald ein Weibchen der eigenen Art auftaucht, dreht sich das Männchen in dessen Richtung. Während das Weibchen nun eine Blüte besucht, schwebt das Männchen für einige Sekunden 5–20 cm hinter ihm. Beim Weiterflug zu einer anderen Blüte wird das Weibchen auf eben dieser Distanz verfolgt. Kurze Zeit nach der Landung stürzt sich das Männchen auf das Weibchen, packt dessen Thorax mit seinen Beinen, richtet seinen Körper aus, krümmt seine Hinterleibsspitze und kopuliert mit dem Weibchen. Die Paarung dauert zwischen 9 und 14 Sekunden. Falls das Weibchen sich nicht gut an der Blüte festhält, kann das Paar auch auf den Boden stürzen und sich dabei voneinander lösen. Das Weibchen kann sich auch gegen die Kopula wehren und das Männchen abweisen. Männchen und Weibchen sind während ihres ganzen Lebens paarungswillig und kopulieren mit vielen verschiedenen Partnern. Ein einziges Männchen kann z. B. vier Mal in fünf Minuten kopulieren, bei den Weibchen können die Paarungsintervalle mit zwei verschiedenen Männchen sogar nur 35 Sekunden betragen. Weibchen mit oder ohne Pollenladung und mit oder ohne Wollkugel wurden beobachtet, wie sie Männchen akzeptierten oder abweisen.

Territoriale Männchen unternehmen Erkundungsflüge zu anderen Territorien, können ihre eigenen Territorien wechseln und über 500 m weit fliegen, um neue Territorien zu etablieren. Meist dient eine Gruppe von Pflanzen nur einem Männchen als Revier. Tauchen mehrere Männchen auf, so bildet sich eine Hierarchie in der Form aus, daß ein Männchen gegenüber einem anderen dominiert, gegenüber einem dritten sich aber unterordnet. Dominante Männchen zeigen eine hohe Ortstreue in der Aufrechterhaltung ihres Territoriums, das im Mittel 4–7 Tage, maximal aber 30 Tage beibehalten wird. Während dominante Männchen sich im Bereich der Blüten, also in höheren Etagen, aufhalten, fliegen untergeordnete Männchen, die meist kleiner sind, in den unteren Etagen der Pflanzen zwischen den Laubblättern. In Abwesenheit oder bei anderweitiger Beschäftigung des dominanten Männchen kommen aber auch sie zur Paarung. Dies läßt sich gut an großen Beständen des Woll-Ziests beobachten.

Pflanzenarten, an denen regelmäßige territoriale Männchen von *A. manicatum* beobachtet werden



Kopula der Wollbiene *Anthidium manicatum* an der Blüte des Aufrechten Ziests (*Stachys recta*).

können, sind: Woll-Ziest (*Stachys byzantina*), Deutscher Ziest (*Stachys germanica*), Aufrechter Ziest (*Stachys recta*), Heil-Ziest (*Stachys officinalis*), Sumpf-Ziest (*Stachys palustris*), Ysop (*Hysopus officinalis*), Muskateller-Salbei (*Salvia sclarea*), Wolliger Fingerhut (*Digitalis lanata*), Roter Fingerhut (*Digitalis purpurea*), Herzgespann (*Leonurus cardiaca*) und Edel-Gamander (*Teucrium chamaedrys*) werden ebenfalls genutzt, meist aber nur dann, wenn keine attraktiveren Pflanzen zur Verfügung stehen. Ziest- (*Stachys*-) Arten weisen die bei weitem höchste Attraktivität auf.

Unter den heimischen Wollbienen zeigen auch *A. oblongatum* und *A. punctatum* ein sehr ähnliches Territorialverhalten mit dem Unterschied, daß die Territorien an anderen Pflanzen etabliert werden. Für *A. oblongatum* dienen in erster Linie Bestände von Spinnwebiger Hauswurz (*Sempervivum arachnoideum*) und Felsen-Fetthenne (*Sedum reflexum*) sowie von Hornklee (*Lotus corniculatus*) als Reviere, während für *A. punctatum* Reseden (*Reseda lutea*, *R. luteola*) eine hohe Attraktivität zeigen.

Die Frage stellt sich, warum die *Anthidium*-Männchen ihre Reviere gegenüber anderen Insek-

tenarten verteidigen. Als mögliche, noch näher zu prüfende Hypothesen bieten sich z.B. an, daß die Nahrungsquellen auf diese Weise für den Inhaber gesichert werden oder daß das Territorium für Weibchen attraktiver wird. Die bisherigen Untersuchungen deuten deutlich auf letzteres hin (Wirtz brief. Mitt. 1988).

Nicht alle *Anthidium*-Arten zeigen jedoch dieses Territorialverhalten: Bei *A. lituratum* und *A. strigatum*, die zu anderen Verwandtschaftsgruppen als die oben besprochenen Arten gehören, konnte ich es jedenfalls bisher nie beobachten.

Harzbienen

In der Gattung *Anthidium* gibt es aber auch Arten, die ihre Brutzellen aus Harz bauen, weswegen sie auch Harzbienen heißen. Ein typischer Vertreter dieser Gruppe ist *A. strigatum*, das freistehende, eiförmige Brutzellen mit einer langen, nach unten gerichteten Röhre formt. Die einzeln oder dicht gedrängt in Gruppen zu maximal 13 Stück angelegten Zellen sind schon seit langem bekannt (vgl. KIRSCHBAUM 1871), das faszinierende Nestbauverhalten wurde jedoch nur sehr selten beobachtet. Als



Die Harzbiene *Anthidium strigatum* beim Bau einer Brutzelle. Links oben: Glätten der Innenwand des ersten Harzringes. Rechts oben: Nektarabgabe in die Brutzelle. Der leuchtend gelbe Pollen in der Bauchbürste stammt von der Spinnwebigen Hauswurz (*Sempervivum arachnoideum*). Mitte links: Abstreifen des Pollens. Rechts unten: Eiablage. Links unten: Verschließen der Zelle und Formen einer Röhre.

einzigster hat BELLMANN (1977, 1981) darüber ausführlich berichtet. Auch mir gelang es erst 1987, den Bau einiger Brutzellen mit eigenen Augen zu erleben.

A. strigatum ist trockenheits- und wärmeliebend und besiedelt offene Lebensräume, wie Trockenhänge, südseitige Waldränder oder Sandheiden, in deren Umfeld sich zumindest einige Kiefern oder andere Nadelhölzer befinden. Als Nistplätze dienen kleinere oder größere Steine (Findlinge), dürre Pflanzenstengel oder Baumstämme, wo die Brutzellen meist auf der Südseite und fast stets in Bodennähe angeheftet werden. Die Flugzeit der Art beginnt meist Ende Juni und dauert bis in den August. Beim Brutzellen-Bau, der unter optimalen Witterungsbedingungen innerhalb eines Tages abgeschlossen werden kann, lassen sich drei Phasen unterscheiden: (1) Bau der Zelle aus Harzbröckchen; (2) Versorgung der Zelle mit Nektar und Pollen; (3) Eiablage und Verschließen der Zelle.

Vor Beginn des Nestbaus betastet die Harzbiene den Untergrund mit ihren Antennen. Zum Zellenbau trägt sie kleine Harzbröckchen herbei, die unter ihrem Kopf festgeklebt sind. Das Harz besorgt sie sich meist von Kiefern, bisweilen auch von Tannen, deren Rinde verletzt ist und »blutet«. Die Harzklümpchen heftet die Biene zunächst auf das Substrat, bei der halbfertigen Zelle auf deren äußeren Rand. Innen wird das Harz glatt gestrichen. Der Außenrand wird mit den Mandibeln bearbeitet und die Zelle auf diese Weise verlängert.

Während der Verproviantierungsphase ist die Zelle unten weit geöffnet. Das Larvenfutter wird im oberen Bereich der Zelle deponiert und quasi festgestampft. Nach der Rückkehr von einem Ausflug kriecht die Biene zuerst mit dem Kopf voran in die Zelle und gibt den mitgebrachten Nektar ab. Während der Nektarabgabe dreht sich das Weibchen unter mehrfacher Änderung der Drehrichtung um die eigene Längsachse. Danach schiebt es sein Abdomen in die Zelle und streift, ohne sich dabei zu drehen, den Pollen mit den Hinterbeinen ab. Nektar- und Pollenabgabe dauern je 30–60 sec. Bei warmem und sonnigem Wetter dauern die Sammelflüge 10–30 min. Ist die Harzzelle etwa zur Hälfte mit Larvenproviant gefüllt, beginnt *A. strigatum*, sie zu verschließen. Zunächst bearbeitet und verlängert die Biene den äußeren Zellenrand mit den Mandibeln. Dann schiebt sie ihr Abdomen in die Zelle und legt ein Ei.

Das Verschließen der Zelle hat BELLMANN (1977:358) folgendermaßen beschrieben: »Nach der Eiablage stellt sie am unteren Zellenpol eine kragenartige Einschnürung her. Hierzu preßt sie, mehrfach



Verlassene Brutzelle von *Anthidium strigatum* an einem dünnen Stengel. Die Harzbiene nagt beim Schlüpfen ein Loch in die seitliche Wandung.

wechselnd, die Zelle knapp oberhalb des Randes zusammen und bearbeitet das Harz von innen, während sie außen mit dem Abdomen dagegendrückt. Schließlich formt sie, am unteren Ende hängend, die Röhre, indem sie das Randmaterial knetend in die Länge zieht. Mit den Fühlern betastet sie dabei ständig die Röhrenmündung. Während dieser letzten Bauphase streicht die Biene mit zunehmender Häufigkeit alternierend beide Vorderbeine über die Vorderseite des Kopfes. Offensichtlich befördert sie hierdurch kleine Harzpartikel, die sich während der Bearbeitung von der Zelle gelöst haben, ins Röhrenlumen. Während der Verschlussphase fliegt die Biene mehrfach für 1–2 min davon, trägt aber kein neues Harz herbei. « Das Verschließen der Zelle dauert rund 20 min. Durch die Röhre wird die Larve mit Außenluft versorgt.

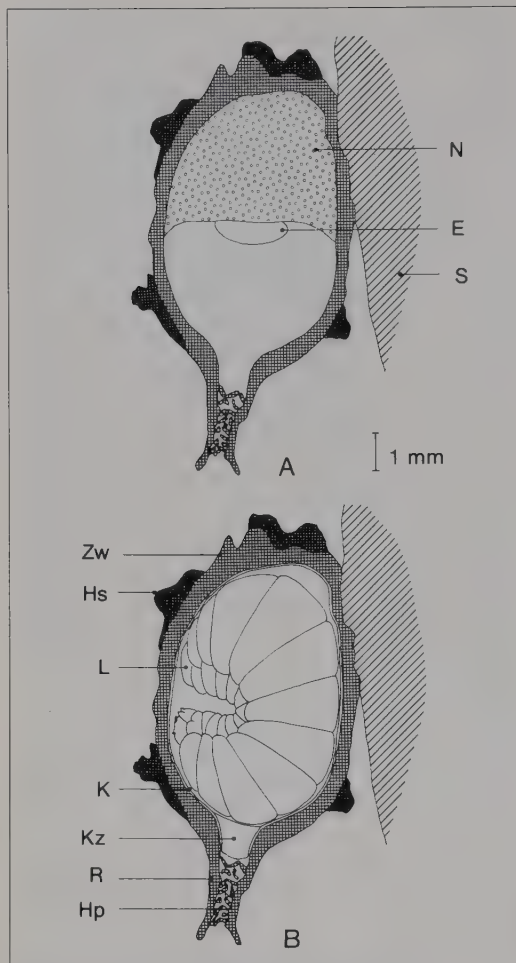
Die je nach Harzsorte und aufgenommene Fremdpartikel (z. B. Baumrindenteilchen) gelblich-weiß, rotbraun oder fast schwarz, manchmal gemischt gefärbten Brutzellen sind insgesamt etwa 10 mm lang. Die stets nach unten gerichtete Röhre ist 2–3, seltener 1 oder 4 mm lang. Die Dicke der Zellwand beträgt 0,3–0,5 mm, das Röhrenlumen hat einen Durchmesser von etwa 0,5 mm. Der Zellhohlraum ist innen glattwandig. Nur die Röhre ist innen uneben und mit zahlreichen kleinen Harztei-

3.2.22 Stelis, Düsterbienen

Düsterbienen sind Früh- und Hochsommerarten, die Blüten der verschiedensten Arten nur zur Eigenversorgung besuchen. Ihre Nektarquellen sind austauschbar. Alle *Stelis*-Arten sind nämlich Kuckucksbienen, die Brutparasitisch in den Nestern pollensammelnder Bienen leben. Ihre Wirte sind insbesondere Vertreter der Familie Megachilidae und möglicherweise auch der Gattung *Ceratina*. Einige Arten sind in der Wahl ihres Wirtes eng spezialisiert, andere zeigen ein breites Wirtsspektrum. Die einzelnen Arten findet man daher nur dort, wo auch ihre Wirte vorkommen, insbesondere an deren Nistplätzen. Manche Arten lassen sich im Freiland nur selten beobachten, dagegen können sie aus den Wirtsnestern regelmäßig gezogen werden (z.B. *S. breviscula*, *S. ornatula*). *S. signata* verbringt die Nächte in meinem Bienengarten regelmäßig in den Bohrgängen von Nisthilfen. Düsterbienen mit einem engen Wirtsspektrum sind *S. breviscula* (Wirte: *Heriades truncorum*, *H. crenulatus*), *S. francica* (Wirt: *Osmia mustelina*), *S. minima* (Wirt: *Chelostoma campanularum*), *S. nasuta* (Wirt: *Megachile parietina*), *S. odontopyga* (Wirt: *Osmia spinulosa*) und *S. signata* (Wirt: *Anthidium strigatum*). Was die übrigen Arten betrifft, so sei auf den Speziellen Teil des Buches verwiesen.

Über die parasitische Lebensweise verschiedener *Stelis*-Arten liegen Beobachtungen vor über *S. ornatula* (HÖPPNER 1903c, 1904), *S. minuta* (ENSLIN 1925, VERHOEFF 1892d) und *S. nasuta* (FRIESE 1923). Mir selbst war es vergönnt, die Entwicklung von *S. ornatula*, *S. breviscula* und *S. punctulatisima* vom Ei bis zur Imago näher zu verfolgen. Die Lebensweise stimmt bei den meisten soweit untersuchten Arten in den Grundzügen überein.

Während der Wirt sein Ei nach Abschluß der Verproviantierung oben auf den Futtervorrat ablegt, findet man das *Stelis*-Ei eher im Bereich der Wandung der Brutzelle oder mitten im Futterbrei. Das *Stelis*-Weibchen legt also zumindest teilweise sein Ei ab, bevor die Zelle vollständig mit Futter versorgt ist. Die Larve des Futterparasiten schlüpft eher aus als die des Wirtes, frißt sich zunächst bis zur Wirtslarve vor, die in der Zwischenzeit ebenfalls geschlüpft ist. Sobald sie die Wirtslarve erreicht hat, schlägt sie ihre Oberkiefer in deren Körper und saugt sie ganz oder teilweise aus. Dann macht sie sich über das für die Wirtslarve bestimmte Futter her. Kurz bevor sie mit dem Fressen aufhört, beginnt sie zu exkrementieren. Danach spinnt sie einen undurchsichtigen, rotbraunen Kokon, der durch ein kleines Zäpfchen an dem oberen Ende kenntlich ist



Zelle von *Anthidium strigatum* im Längsschnitt.

A: nach der Eiablage. B: mit Kokon und letztem Larvenstadium. E = Ei, Hp = Harzpartikel, Hs = hinter der Schnittebene liegende Teile der Zelle, K = Kokon, Kz = Kokonzapfen, L = Larve, N = Nektar-Pollengemisch, R = Röhre, S = Substrat, Zw = Zellenwand (nach BELLMANN 1977).

chen locker gefüllt. Das Ei liegt flach auf dem Futterbrei, der die Zelle zur Hälfte ausfüllt. Ist die Larve ausgewachsen, spinnt sie einen Kokon, der die Zelle vollständig ausfüllt und mit einem kleinen Zapfen im Röhrenhals liegt. Der braune Kokon läßt sich als Ganzes aus der geöffneten Zelle herausnehmen. Lediglich eine dünne, weiße Gespinnstlage bleibt an der Zellenwand zurück. *A. strigatum* überwintert als Ruhelarve innerhalb der Zelle im Kokon.

Bei der Harzbiene lebt die zum Verwechseln ähnliche Düsterbiene *Stelis signata* als «Kuckuck».

und einem *Anthidium*-Kokon ähnelt. Die Oberfläche des Kokons ist mit dichten, grauen Gespinstfäden überzogen, die sich wie ein feines Häutchen abziehen lassen. Die Exkremente liegen meist über die ganze Außenseite des Kokons verstreut und nicht dicht gepackt am Kopfpol wie bei *Anthidium*. Die Brutzellen größerer Wirte (z.B. *Osmia tridentata*) enthalten mehr Futtervorrat, als die *Stelis*-Larve zur Entwicklung benötigt. Man findet daher in solchen Zellen neben dem *Stelis*-Kokon noch mehr oder weniger reichliche Futterreste vor. Die Überwinterung erfolgt im Stadium der Ruhelarve.

Bemerkenswert ist, daß die Imago von *S. signata* beim Schlüpfen den unteren Teil der Harzzelle mit der Röhre wie einen Deckel abhebt, während der Wirt *A. strigatum* beim Schlüpfen seitlich ein Loch in die Zellenwand nagt (BELLMANN 1981).

S. nasuta zeigt gegenüber den anderen *Stelis*-Arten gewisse Unterschiede, die FRIESE (1923:390) folgendermaßen beschreibt: »Bei Straßburg i. Els. konnte ich sie (*S. nasuta*, der Verfasser) mehrfach beobachten und auch den Entwicklungsvorgang in den Zellen der Mörtelbiene genau verfolgen. An den alten Festungsmauern, die vor der Zitadelle lagen, aus Buntsandsteinquadern bis zu 8 m aufstrebend, fanden sich auf der Südost-Seite zahlreiche Mörtelbienenester, die durch ihre hellgraue Farbe stark gegen den rotbraunen Ton der Sandsteinblöcke abstachen. Die erste *Stelis* wurde am 22. Juni 1887 beobachtet und am 12. Juli waren sämtliche in den Zellen der Mörtelbiene gefundenen *Stelis*-Larven schon eingesponnen. Die Larven müssen also im Anfang eine rapide Entwicklung durchmachen. Die Eier werden zu 3–6 Stück in die Zellen der Mörtelbiene abgelegt, so daß man im Juli nach dem Einspinnen traubenartige Kokonhaufen in den Zellen findet. Es ist dies meines Wissens der einzige Fall, wo eine Schmarotzerbiene mehrere Eier in eine Wirtsbienenzelle ablegt, sie begnügen sich sonst wie alle Bienen mit der Ablage von einem Ei zur Zeit. Bei zahlreichen Kokons sind diese dann oft wie die Weinbeeren gegeneinander abgeplattet und füllen so die ganze Zelle an. Mitte Oktober fanden sich in den Kokons noch Larven vor, die Verwandlung in die Puppe scheint also erst im nächsten Frühling vor sich zu gehen. Am 10. Mai fanden sich noch weiße Puppen in den Kokons. – Zu erwähnen ist noch, daß die kolossalen Größenunterschiede bei *Stelis nasuta* durch die Mehrzahl der Larven in einer Mörtelbienenzelle leicht ihre Erklärung finden, müssen sich doch mitunter 6 Larven den Futterbrei teilen, der für eine zugeteilt wurde. Größenunterschiede von 4–10 mm Länge beim Weibchen sind bekannt geworden.«



Die Larve der Dusterbiene *Stelis punctulatissima* (oben) hat die Larve der Wollbiene *Anthidium lituratum* (unten) getötet und ernährt sich von dem für die Wirtslarve eingebrachten Futterbrei.



Kokon von *Stelis punctulatissima* mit charakteristischem Zäpfchen.



Pollenreste vor den alten, in Bambusröhrchen angelegten Nestern der Löcherbiene *Heriades truncorum*. Vor dem Bau der neuen entfernen die Weibchen Pollenreste, Exkremente und Kokons aus den vorjährigen Nestern.

3.2.23 *Heriades*, Löcherbienen

Die mitteleuropäischen Arten der Gattung *Heriades* sind typische Hochsommerformen, die ihre Hauptnistaktivität im Juli und August entfalten, aber bisweilen bis Ende September ihrem Brutgeschäft nachgehen und nur in einer Generation im Jahr auftreten. Sind schwach proterandrisch, die Männchen erscheinen wenige Tage vor den Weibchen. Die beiden heimischen Arten *H. truncorum* und *H. crenulatus* sind oligolektisch und auf Korbblütler (Asteraceae) spezialisiert.

H. truncorum ist bei uns wesentlich weiter verbreitet und häufiger als der wärmeliebendere *H. crenulatus*, dessen Hauptvorkommen in der Rheinebene liegen. Löcherbienen sind überall dort zu finden, wo altes Holz ihnen günstige Nistplätze bietet, v.a. an Waldrändern oder auf Kahlschlägen. Vor allem *H. truncorum* tritt auch im Siedlungsbereich regelmäßig auf und läßt sich selbst auf dem Balkon oder im Garten leicht ansiedeln, wenn man außer Nisthilfen auch geeignete Korbblütler anbietet. Löcherbienen nisten oberirdisch in vorgefundenen röhrenförmigen Hohlräumen, z.B. Käferfraßgängen in altem Holz. Alte Holzschuppen mit »wurmstichigen« Bal-

ken beherbergen oft viele Nester von *H. truncorum*. Bisweilen dienen auch dürre, hohle Pflanzenstengel, z.B. Brombeerranken als Nistplatz.

Nestbau und Larvalentwicklung sind mehrfach Gegenstand von Untersuchungen gewesen (u.a. BRECHTEL 1986, CORREIA 1976a, 1977, 1980, 1981, GRANDI 1934a, 1935, 1957, 1961, KÄPYLÄ 1978b, WESTRICH 1979). Ost- bis westorientierte Nistplätze sowie Niströhren mit einem Durchmesser von 3–3,5 mm werden bevorzugt. Die Nester von *H. truncorum* bestehen aus durchschnittlich 4 (min. 1, max. 10) aneinandergereihten Brutzellen, die durch Zwischenwände aus Harz voneinander getrennt und manchmal auch teilweise mit Harz ausgekleidet sind. Die Zellenlänge beträgt durchschnittlich 10 mm. Der Nesteingang wird durch einen Propfen aus miteinander verklebten Stücken von Harz verschlossen. Zwischen der letzten Brutzelle und dem Nestverschluß befindet sich häufig ein leerer Zwischenraum (Atrium). CORREIA fand als Baumaterial überwiegend Lärchenharz, doch werden je nach Angebot auch andere Harze verwendet. Die Zwischenwände sind mit 0,5–1,5 mm recht dünn. Der Nestverschluß ist bis zu 11 mm dick und gut als zu *H. truncorum* gehörig erkennen. In seine äußere

Harzschicht werden nämlich kleine Steinchen, Sandkörner, Halmstücke, Spelzen und ähnliches eingebaut.

Der Larvenproviant ist mäßig feucht und wird im hinteren Teil der Brutzelle angehäuft und mit dem Vorderkopf festgestampft. Die Sammelflüge dauern bei einem Angebot pollenreicher Korbblütler oft nur 3–4 Minuten. Das Ei wird im Zentrum der relativ festen, meist senkrechten Vorderwand befestigt. Innerhalb von 20–25 Tagen nach dem Schlüpfen verzehren die Larven den Vorrat. Bereits am 5.–7. Tag (nach der 3. Häutung) beginnen die Larven Exkreme in Form orangebrauner Kotbällchen auszuscheiden. Kurz bevor der Kokon gesponnen wird, scheiden sie eine zweite Art von Kot aus, der karamelfarben bis dunkelbraun, öfter auch grau ist. Der Kokonbau beginnt mit dem Spinnen eines Dekkels aus weißem Gespinst, der in Richtung Nesteingang angelegt wird. Kotbällchen und Pollenreste werden ebenfalls mit Gespinst überzogen bis die Larve in einem sauberen Innenraum liegt, den Kopf in Richtung Nesteingang. Die Zeit vom Ei bis zum Einspinnen beträgt rund 45 Tage. Die Überwinterung erfolgt stets als Ruhelarve. Jedes Weibchen legt im Laufe seines etwa vierwöchigen Lebens 2–16 (durchschnittlich 8) Eier. Meist werden Mischnester angelegt, bei denen im allgemeinen die zuerst gebauten Zellen Weibchen, die zuletzt gebauten Männchen ergeben. Alte Nester werden regelmäßig wiederbenutzt und vor dem Beginn des Nestbaus sorgfältig gereinigt.

Die Nester von *H. crenulatus* sind nicht von denen von *H. truncorum* zu unterscheiden.

Als Kuckucksbiene lebt bei *Heriades* die Düsterebiene *Stelis breviuscula*, die ihren Wirten täuschend ähnlich sieht. Als weiterer und artspezifischer Futterparasit tritt die Keulenwespe *Sapygina decemguttata* auf, die an vielen Nistplätzen festzustellen ist.



Heriades truncorum beim Verschließen des Nestes mit Harz.



Geöffnetes Bambusröhrchen mit fünf, durch Harzwände voneinander getrennten Brutzellen, die als Larvenfutter ausschließlich den hier gelben Pollen verschiedener Korbblütler enthalten.



Der Nestverschluß von *Heriades truncorum* besteht aus Harz, in das verschiedene »Kleinteile« eingebaut werden.

3.2.24 Chelostoma, Scherenbienen

Die Flugzeit der *Chelostoma*-Arten fällt in die Monate Mai bis August. *C. florisomne* erscheint bereits im späten Frühling, während sich *C. fuliginosum* erst im Sommer einstellt und bis Ende August fliegt. Alle Arten haben nur eine Generation im Jahr und sind proterandrisch, die Männchen erscheinen 3–7 Tage vor den Weibchen.

Alle heimischen Scherenbienen sind oligolektisch, aber unterschiedlich spezialisiert: *C. florisomne* bevorzugt Hahnenfuß (*Ranunculus*); Glockenblumen (*Campanula*) sind die Pollenquellen von *C. campanularum*, *C. distinctum*, und *C. fuliginosum*. Die Männchen patrouillieren an ihren artspezifischen Nahrungspflanzen, in deren Blüten beide Geschlechter auch schlafend angetroffen werden.

Die Scherenbienen leben solitär und nisten ausschließlich oberirdisch in vorgefundenen, röhrenförmigen Hohlräumen. Ihre natürlichen Nistplätze



Die Scherenbiene *Chelostoma florissomme* setzt ein Steinchen in den mit Nektar angefeuchteten Mörtel des Nestverschlusses.

sind Käferfraßgänge in altem Holz, weswegen man sie vor allem an alten Bäumen und Pfosten, an alten Heustadeln und Holzschuppen findet. *C. florissomme* nistet oft zu Hunderten in den Halmen von Reetdächern oder in Strohmatte. *C. florissomme* und *C. fuliginosum* sind im Siedlungsbereich regelmäßig zu finden und lassen sich leicht im Hausgarten oder auf dem Balkon ansiedeln.

Am besten untersucht ist der Nestbau von *C. florissomme* (ALFKEN 1892, BRECHTEL 1986, GRANDI 1961, KÄPYLÄ 1978b, LITH 1957, MARÉCHAL 1933, WESTRICH 1979). Bevorzugt werden von dieser Art Gänge, Halme oder künstliche Niströhren von durchschnittlich 3,5 mm Durchmesser (min. 3 mm, max. 5 mm). Die Nester sind Linienbauten, bei denen alle Brutzellen direkt hintereinander angelegt sind. Vor dem ersten Sammelflug baut das Weibchen eine Rückwand. Zunächst wird nur trockener Pollen an der Rückwand deponiert. Später kriecht die Scherenbiene nach der Rückkehr vom Sammeln zunächst vorwärts in das Nest und erbricht den Nektar auf den Pollenvorrat. Hierauf kommt sie wieder heraus, dreht sich unmittelbar am Nesteingang herum und kriecht rückwärts, also mit dem Abdomen zuerst, in den Gang, um in der Zelle mit den Hinterbeinen die Pollenladung von der Bauchbürste abzustreifen. Die Sammelflüge dauern durchschnittlich 22 (7–30) Minuten. Der relativ feste und nur mäßig feuchte Futterbrei wird im hinteren Teil der Brutzelle deponiert und festgestampft.

Das leicht gebogene Ei wird mit seinem caudalen (= After)Pol auf dem Vorrat angeheftet und ragt

frei in den Raum zwischen Vorder- und Abschlußwand. Nach spätestens 5 Tagen schlüpft die Larve. Sie krümmt sich und sitzt nun »aufgesockelt« auf dem Futterbrei. Nach 9–15 Tagen erfolgt bereits die erste Kotabgabe. Die Kotbällchen werden als kompakte Masse an der dem Nesteingang näheren Zwischenwand deponiert. Nach 10–25 Tagen löst sich die Larve von ihrem Sockel und liegt nun langgestreckt in der Zelle, den Kopf zum Vorrat gewandt, von dem sie sich weiter ernährt. Nach Beendigung der Wachstumsphase folgt der Kokonbau, der 3–7 Tage dauert. Das Einspinnen wird von Freßphasen unterbrochen. Der seidige Kokon ist grauweiß, durchscheinend und an den beiden Enden gerundet. 40–49 Tage nach dem Schlüpfen aus dem Ei liegt das helle Puppenstadium im Kokon, in dem *C. florissomme* meist überwintert. Bisweilen überwintert die Art aber auch als schwarze, also bereits ausgefärbte Puppe. In den zuerst gebauten Zellen entwickeln sich in der Regel Weibchen. In Nestern mit größerem Durchmesser (4 mm) ist der Anteil an Weibchen wesentlich höher als in solchen mit geringerem Durchmesser (3 mm).

Die Art verwendet als Baumaterial Sand, Löß oder Lehm. Die Wände zwischen den einzelnen Zellen sind sehr dünn (0,5–1,5 mm). Sie werden unmittelbar nach der Eiablage mit 3–5 Materialflügen in wenigen Minuten gebaut. Der Nestverschluß ist durchschnittlich 4 mm (2–7 mm) lang. In seinem äußeren Teil werden regelmäßig Steinchen oder Sandkörnchen, gelegentlich auch andere »Kleinteile« eingebaut. Dadurch ist der Nestverschluß gut von dem anderer Arten zu unterscheiden. Der Mörtel wird mit Nektar und vermutlich auch mit einem Sekret der Speicheldrüsen befeuchtet. Er wird nach



Zwei mit Hahnenfuß- (*Ranunculus*-)Pollen und Ei versorgte Brutzellen von *Chelostoma florissomme* in einem Bambusröhrchen. Die schmalen Querwände bestehen aus Lehm und kleinen Steinchen.



Ausgewachsene Larve von *Chelostoma florissomne* mit Exkrementen.

dem Aushärten derart hart, daß er selbst mit einem Messer nur schwer zu öffnen ist. Ameisen stellen sich oft während des Baus ein und verköstigen sich an dem zuckerhaltigen Mörtel. Die Nester enthalten meist 2–3 (1–5) Zellen. Die mittlere Zellenlänge beträgt 12 mm. Der größte Teil der Nester enthält zwischen der zuletzt gebauten Brutzelle und dem Nestverschluß einen Vorraum (Atrium). Charakteristisch für die Nestbauweise von *C. florissomne* ist die Anlage von Leerzellen im Anschluß an eine ver-

proviantierte Zelle. Ihre Lage in den Linienbauten variiert aber stark. Alte Nester werden regelmäßig wieder benützt. Hierzu wird die Neströhre vom Weibchen gereinigt, Pollen- und Kokonreste werden mit den Mandibeln hinausbefördert.

C. fuliginosum ist im Habitus *C. florissomne* sehr ähnlich und zeigt auch einen annähernd gleichen Nestbau. Hauptunterschiede zwischen beiden Arten liegen in der Flugzeit und in der Wahl der Pollenquellen. *C. fuliginosum* überwintert als Ruhelarve.

Als Kuckucksbiene von *Chelostoma* ist bisher nur die Dusterbiene *Stelis minima* bekannt geworden, die bei *C. campanularum* schmarotzt. Ein bei *C. florissomne* regelmäßig auftretender Futterparasit ist die Keulenwespe *Sapyga clavicornis*. Im Hochsommer oder Herbst kann man Schlupfwespen der Gattung *Ephialtes* bei ihrer Eiablage in die bereits Puppen enthaltenden Nester beobachten.



Drei Brutzellen der Scherenbiene *Chelostoma fuliginosum* in einem Bambusröhrchen. Der überwiegend violette, bisweilen gelbliche Pollenvorrat stammt ausschließlich von Glockenblumen (*Campanula*).

3.2.25 *Osmia*, Mauerbienen

Die verschiedenen Arten der Gattung *Osmia* kann man vom zeitigen Frühjahr bis zum Herbst beobachten. Bei manchen Mauerbienen fällt die Erscheinungszeit in die Monate März und April (z. B. *O. bicolor*, *O. cornuta*, *O. pilicornis*), andere fliegen vorwiegend im Mai (z. B. *O. rufa*, *O. xanthomelana*),

im Juni (z. B. *O. claviventris*, *O. leucomelana*), oder im Hochsommer (*O. spinulosa*). Je nach Witterung, geographischer Lage und Höhe können sich die Flugzeiten auch verschieben. Bei manchen Arten leben die Weibchen außerdem sehr lange (*O. aurulenta*, *O. adunca*). Die Proterandrie ist bei *Osmia* ausgeprägt, da die Männchen meist bereits 1–2 Wochen vor den Weibchen erscheinen. Die meisten Arten haben nur eine Generation im Jahr, für einige wenige ist jedoch eine zumindest partielle zweite Generation nachgewiesen (*O. caerulescens*, *O. fulviventris*).

Da ein Großteil der Arten keine hohen Populationsdichten erreicht, ist es oft schwierig, in kurzer Zeit alle *Osmia*-Arten eines Naturraumes zu erfassen, insbesondere dann, wenn dieser reich strukturiert ist. Mauerbienen treffen wir in den unterschiedlichsten Lebensräumen an. Einige haben als sogenannte stenotope Arten ihren Siedlungsschwerpunkt in bestimmten Lebensräumen: *O. pilicornis* lebt z. B. vorwiegend in lichten Wäldern, *O. andreoides* auf Felsschutthalden (Abwitterungshalden), *O. maritima* in Küstendünen. Demgegenüber ist *O. rufa* ausgesprochen eurytop, d. h. sie findet in den verschiedensten Lebensräumen die für sie geeigneten Bedingungen (Wiesen, Waldränder, Waldlichtungen, Kahlschläge, Dörfer und Städte). Unter den Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im Siedlungsbereich haben, ragt *O. cornuta* dadurch heraus, daß sie fast ausschließlich in Dörfern und Städten, sogar im Zentrum von Großstädten (Stuttgart, Karlsruhe) vorkommt. Es gibt eine Reihe von alpinen Formen (z. B. *O. loti*), von denen manche außerhalb der Alpen auch in Mittelgebirgen und/oder in Nordeuropa verbreitet sind (z. B. *O. lepeletieri*, *O. tuberculata*, *O. nigriventris*).

Was das Pollensammeln betrifft, so sind einige *Osmia*-Arten ausgesprochen polylektisch, andere zeigen mehr oder weniger enge Spezialisierungen, die sich in der Regel auf ganz bestimmte Pflanzengattungen, in einigen Fällen auch auf Pflanzenfamilien beziehen. So treffen wir *O. adunca*, *O. anthocopoides* und *O. lepeletieri* fast ausschließlich am Natterkopf (*Echium*), *O. cerinthidis* an Wachsblumen (*Cerithe*), *O. mitis* an Glockenblumen (*Campanula*), *O. brevicornis* an Kreuzblütlern (Brassicaceae), *O. leaiana*, *O. fulviventris*, *O. spinulosa* und *O. villosa* an Korbblütlern (Asteraceae) an.

Die Lebensweise und der Nestbau sind innerhalb der Gattung *Osmia* derart mannigfaltig entwickelt, daß sich hier nicht nur eine Fülle faszinierender Beobachtungsmöglichkeiten ergibt, sondern auch die bisher vorliegenden Kenntnisse allein ein ganzes Buch füllen würden, wollte man die Lebensge-

schichte aller Arten ausführlich darstellen. So muß ich mich hier auf einige charakteristische Vertreter beschränken. Eine zusammenfassende Darstellung hat bereits MALYSHEV (1937) mit seiner »Lebensgeschichte der Osmien« geliefert. Dennoch ist noch vieles aus dem Leben dieser hochinteressanten Bienen unbekannt.

Die mitteleuropäischen Osmien sind typische Solitärbienen. Lediglich *O. inermis* und bisweilen *O. mustelina* zeigen Vorstufen eines Sozialverhaltens. Osmien zeichnen sich außerdem durch eine außergewöhnliche Vielfalt verschiedener Nistweisen aus. Das Spektrum reicht von Bauten, die aus Lehm, zerkaute Laubblättern oder Ausschnitten von Blütenblättern in bereits vorhandenen Hohlräumen (Erdröhren, Käferfraßgänge, Pflanzenstengel, leere Schneckenhäuser, Felsspalten) angelegt werden, bis zu den aus mineralischem Material (Erde, Steinchen) frei an Steinen errichteten Nestern. Sowohl die Wahl des Nistplatzes als auch die Verwendung von Baumaterialien sind in unterschiedlichster Weise miteinander kombiniert. Man stößt deshalb auf Schwierigkeiten, will man die Mauerbienen nach bestimmten Gesichtspunkten ihrer Nistweise gliedern. Ihr deutscher Gattungsname dürfte daher rühren, daß manche Arten ihre Nester in oder an Mauern bauen. Eine grobe Unterteilung der Nistweisen könnte folgendermaßen aussehen:

Nester

- in vorhandenen Hohlräumen: *O. adunca*, *O. brevicornis*, *O. cornuta*, *O. fulviventris*, *O. gallarum*, *O. leaiana*, *O. mitis*, *O. rufa*.
- in leeren Schneckenhäusern: *O. andreoides*, *O. aurulenta*, *O. bicolor*, *O. rufohirta*, *O. spinulosa*, *O. versicolor*.
- in markhaltigen Stengeln selbst gegraben: *O. acuticornis*, *O. claviventris*, *O. leucomelana*, *O. tridentata*.
- in sandigem Boden selbst gegraben: *O. maritima*, *O. papaveris*.
- frei an Steine gemörtelt: *O. anthocopoides*, *O. lepeletieri*, *O. loti*, *O. ravouxi*.

Baumaterial

- mineralisch (Sand, Lehm, Steinchen): *O. adunca*, *O. anthocopoides*, *O. cornuta*, *O. lepeletieri*, *O. loti*, *O. ravouxi*, *O. rufa*.
- Pflanzenmörtel (zerkaute Blattstücke): *O. brevicornis*, *O. caerulescens*, *O. gallarum*, *O. leaiana*, *O. fulviventris*, *O. leucomelana*, *O. mustelina*, *O. tridentata*.
- abgebißene Stücke von Laubblättern: *O. mitis*.
- ausgeschnittene Stücke von Blütenblättern: *O. papaveris*, *O. villosa*, *O. mustelina*.

Regelmäßig treten als Kuckucksbienen der *Osmia* verschiedene Dusterbienen (*Stelis*) auf, vereinzelt auch Kegelbienen (*Coelioxys*) und Zweizahnbienen (*Dioxys*).

Im folgenden wollen wir auf die Lebensgeschichte einiger Arten näher eingehen, wobei das Hauptaugenmerk auf den Nestbauten und dem Nestbauverhalten liegt.

Osmia rufa

Die Art, die in der Wahl vorgefundener Hohlräume für die Nestanlage am flexibelsten ist, dürfte zweifellos *O. rufa* sein. Über ihre Biologie sind wir aufgrund zahlreicher Untersuchungen gut unterrichtet. Ausführliche Beschreibungen liefern u.a. BRECHTEL (1986), DESCY (1968), MADDOCKS & PAULUS (1987), MALYSHEV (1937) und RAW (1972).

Die Männchen von *O. rufa* erscheinen etwa zur Zeit der *Muscari*-Blüte (Traubenhyazinthe). Die Paarung findet nach dem Schlüpfen der Weibchen im unmittelbaren Nestbereich, bisweilen auch im Innern der Nester statt. Nach RAW (1976) bilden sich unter den Männchen regelrechte Kampfhierarchien, indem vor allem stärkere, d.h. größere Männchen am ehesten zur Paarung kommen. Der Gesamtvorgang der Paarung vom Ergreifen des Weibchens bis zum Abbruch durch das Weibchen kann über 30 min dauern. In dieser Zeit finden 2–4 Kopulationen durch dasselbe Männchen statt, die jeweils rund 8 sec dauern.

Zum Nisten sucht *O. rufa* fertige Hohlräume verschiedenster Art auf. Es gibt wohl kaum eine andere Art, von der eine solche Vielfalt an Nistplätzen bekannt wurde: verlassene Bauten von Pelzbienen, Käferfraßgänge, hohle Pflanzenstängel, Ritzen im Verputz, Fugen in Fensterrahmen, Löcher in Bücherregalen, Halme von Reetdächern. Ich fand einmal Hunderte von Nestern in den Fugen, die beim Verkleiden eines Hauses mit Holzschindeln entstanden waren und die der Biene sehr günstige Nistmöglichkeiten boten. Die Bewohner waren durch das jährlich massenhafte Auftreten der Biene äußerst beunruhigt, bis ich – vom Hausbesitzer alarmiert – durch ein ausführliches Informationsgespräch die Mieter über die Harmlosigkeit von *O. rufa* aufklären und dadurch die Vernichtung des Bestandes verhindern konnte. Auch sehr kuriose Niststätten wurden beschrieben: ein Gehäuse einer Taschenuhr, ein Schlüsselloch, ein Gartenschlauch, eine Streichholzschachtel, eine Patronenhülse, eine Flöte.

O. rufa dürfte daher wohl die Biene sein, die am leichtesten und mit dem größten Erfolg mittels künstlicher Nisthilfen angesiedelt werden kann. Bevorzugt werden von ihr Niströhren mit einem In-

nendurchmesser von 6–7 mm. Der Beginn der Nistaktivitäten fällt meist in die erste Maiwoche, zur Zeit der Apfelblüte sind dann die meisten Weibchen bereits bei der Arbeit. Die Nistperiode dauert bis Ende Juni. Als Baumaterial wird feuchter Sand oder Lehm in Form kleiner Mörtelkügelchen in den Mandibeln herbeigetragen. Über längere Zeit hinweg wird das Material an der gleichen Stelle gesammelt. Wenn die Erde oberflächlich abgetrocknet ist, graben die Mauerbienen oft einen Zugang zu tieferen Erdschichten, wo das Baumaterial noch genügend Feuchtigkeit aufweist. Zahlreiche Weibchen der Umgebung stellen sich in solch einem Fall hier ein, um von der gemeinsamen »Lehmgrube« Material zu holen, dem nach HEROIN-DELAUNEY (1966) Speichel zugegeben wird.

Oft sind die für den Nestbau gewählten Hohlräume röhrenförmig. Hat der Nestgang Ritzen, werden diese mit Mörtel zugeschmiert. In Niströhren ist der Bau einer »Türschwelle« vor Beginn der Sammelflüge typisch für die Art, wodurch die Länge der Brutzelle bereits festgelegt ist. Dieser Querstülps ist sichelförmig. Form und Aussehen der Zellen hängen stark von dem gewählten Hohlraum ab. Sind die Nester – wie es häufig der Fall ist – Linienbauten, dann werden die Brutzellen nur durch eine Mörtelquerwand voneinander getrennt, sind es Haufenbauten, bei denen die Brutzellen unregelmäßig zueinander orientiert sind, werden diese als Ganzes gemörtelt, so daß der Zellenhohlraum allseitig von Lehm umgeben ist.

Was das Sammeln von Blütenprodukten angeht, so ist diese Mauerbiene ausgesprochen anspruchslos. Sie nimmt fast mit allem, was blüht vorlieb. Vertreter von 18 Pflanzenfamilien sind bisher als Pollenquellen bekannt geworden. Dennoch zeigt die Art oft eine hohe Blütenstetigkeit. Selbst bei der Versorgung ganzer Nester bleibt sie mitunter einer einzigen Pflanzenart treu, wenn diese nur eine hohe Blütendichte aufweist und eine ergiebige Pollenquelle darstellt (z.B. Eichen, Hahnenfuß, Mohn). Dem Futtermaterial wird sehr wenig Nektar beigegeben. Mir lagen sogar Nester vor, die ausschließlich mit dem Pollen der Hainbuche, einem Windblüter, verproviantiert waren. Während normalerweise der Vorrat im hinteren Teil der Zelle angehäuft wird, war dies bei dem wahrlich staubigen Hainbuchen-Pollen nicht möglich, so daß der Vorrat mehr oder weniger in der ganzen Zelle verstreut war. Der in eine Brutkammer eingetragene Pollen kann aber auch von 5 verschiedenen Pflanzen stammen. So variiert die Farbe der Larvenproviante ungemein. Vor allem die erste Futtertracht besteht ausschließlich aus trockenem Pollen. Erst bei weiteren Sam-



Nest der Mauerbiene *Osmia rufa* in einem Bambusröhrchen: drei durch Lehmwände abgeteilte Brutzellen mit zwei Tage alten Larven.



Brutzelle von *Osmia rufa* mit Ei.



Brutzelle von *Osmia rufa* mit 2 Tage alter Larve.



Brutzelle von *Osmia rufa* mit erwachsener Larve.



Kokon von *Osmia rufa*. Beim Schlüpfen muß die recht zähe Kokonwand von der Biene aufgebissen werden.

melflügen wird auch Nektar abgegeben und im Zentrum des Pollenkuchens mit Hilfe der Mandibeln mit dem Pollen vermischt. Da die *Osmia* aber insgesamt sehr wenig Nektar einträgt, ist der Vorrat derart trocken, daß er mit Ausnahme des etwas feuchteren Kerns beim Öffnen und Kippen der Brutzelle leicht verschüttet wird. Bei der Rückkehr von einem Sammelflug kriecht die Biene in schmalen Röhren stets zuerst mit dem Kopf in das Nest. Da sie sich im Innern aber nicht umdrehen kann, schlüpft sie heraus, dreht sich unmittelbar am Eingang herum und schiebt ihr Abdomen in den Gang. Dabei bereiten ihr die Enden der auf dem Rücken zusammengelegten Flügel mitunter Schwierigkeiten. Wenn auch diese in das Loch eingeführt sind, läuft alles glatt und sie kann im Innern den Pollen von der Bauchbürste mit den Hinterbeinen abstreifen.

Das Ei wird mit dem caudalen (hinteren) Pol in den mit Nektar getränkten Bereich des Futters gesteckt. Das andere Ende ragt frei vor und ist im allgemeinen zum Zelleingang hin gerichtet. Unmittelbar nach der Eiablage wird der in der Bauchbürste noch vorhandene Pollen abgeputzt, so daß das Ei mit Pollen bepudert ist. Daran ist die Brutzelle dieser Art leicht zu erkennen. Nun erst wird die Verschlusswand in Höhe der anfangs gebauten Türschwelle eingezogen. Diese Wand dient gleichzeitig als Rückwand für die nächste Zelle. Zwischen dem Deckel der letzten Zelle und dem Nesteingang wird fast immer ein mehr oder weniger großer Hohlraum (Leierzelle, Atrium) unversorgt gelassen, der von MALYSHEV als »Eingangsgalerie« bezeichnet wird. Die Wände sind grob gemörtelt und haben nur eine geringe Festigkeit. Sie sind 1–3 mm stark. Der zuletzt gebaute Nestverschluß ist 3–12 mm (durchschnittlich 5 mm) dick.

Nach dem Schlüpfen nimmt die Larve zunächst keine Nahrung zu sich. Einige Stunden später krümmt sie sich und beginnt den Vorrat zu fressen. Unter ihrem Kopf bildet sich nach und nach eine kleine Grube. Im Laufe der ersten Woche häutet sich die Larve dreimal. Nach der dritten Häutung im Alter von 7–10 Tagen beginnt die Kotabgabe. Zu dieser Zeit löst sich die Larve auch von der Stelle, wo sie bisher aufgesockelt war und frißt auf der Seite liegend weiter. Wenn der eigentliche Vorrat aufgefressen ist, verzehrt sie auch den in der Zelle verstreuten Pollen. Insgesamt dauert die Freßzeit 3–4 Wochen. Nun versieht die Larve die Exkremente und die Zellwände mit Spinnweben und fertigt anschließend einen Kokon. Dieser ist 9–19 mm lang, tönnchenförmig, dunkelrotbraun, undurchsichtig, glatt und glänzend und hat eine weißfilzige Spitze. Innerhalb des Kokons verpuppt sich die

Larve nach einer Ruhephase von 2 Wochen. Bereits im August liegen die voll entwickelten Bienen in den Kokons, in dem sie auch überwintern.

Im Frühjahr nagen sich die Imagines mit ihren Mandibeln durch die Kokonwand, die Zellzwischenwände und den Nestverschluß und verlassen ihre Entwicklungsstätte durch den früheren Nesteingang. STEINMANN (1973, 1976, 1981) hat sich eingehend mit der Orientierung von *O. rufa* befaßt. Beim Anflug an das Nest orientiert sich diese Art optisch (mit Hilfe des Sehsinns), erst nach der Landung olfaktorisch (mit Hilfe des Geruchssinns). Die Weibchen markieren, wie viele andere Bienen auch, ihre Nesteingänge individuell, vermutlich mit eigenen Drüsensekreten.

Osmia cornuta

Die Männchen von *O. cornuta* erscheinen oft schon Mitte März, meist dann, wenn *Scilla* zu blühen anfängt, also noch vor *O. rufa*. Die Hauptnistaktivität der Weibchen, die in den Morgenstunden bereits bei Temperaturen von ca. 10 °C aktiv werden, liegt zwischen Mitte April und Mitte Mai.

O. cornuta sucht überwiegend großflächige Strukturen (Häuserwände, Mauern, Steilwände) nach Nistgelegenheiten ab. Käferfraßgänge in alten Pfosten oder Baumstämmen werden daher im Ge-



Nestverschluß der Mauerbiene *Osmia cornuta* nach dem Schlüpfen des ersten Insassen, der in den trockenen Lehmpropfen ein Loch genagt hat. Unmittelbar nach dem Verlassen des Nestes wird der Darminhalt entleert, der als weißliche Exkremente im Bereich des alten Nesteinganges antrocknet.



Vier Männchen von *Osmia cornuta* warten am Nesteingang auf ein schlüpfendes Weibchen.



Kopula von *Osmia cornuta*. Das Tier mit dem weiß behaarten Gesicht ist das Männchen.



Weibchen von *Osmia cornuta* beim Bau des Nestverschlusses.

gensatz zu *O. rufa* nicht besiedelt. Es ist deshalb zwecklos, ihr im Bereich solcher Strukturen künstliche Nistmöglichkeiten anzubieten. Ansonsten nimmt die Art Nisthilfen in Form von Bambusröhren oder Holzbohrgängen mit einem Durchmesser von 7–9 mm gut an. Diese hummelähnliche Mauerbiene baut ihre Brutzellen im übrigen in Mauerritzen, hinter lockerem Verputz, stellenweise auch in Vertiefungen von Steinen, in Ortsnähe auch in verlassenen Pelzbienen-Nestern in Steilwänden. Als Baumaterial verwendet diese Art ausschließlich feuchten Sand oder Lehm, der wie bei *O. rufa* zusätzlich mit Speichel vermischt wird. Bei länger anhaltender trockener Witterung beschaffen sich die Weibchen oft das Material von feuchteren Stellen in Bodenspalten oder aus selbstgegrabenen »Lehmgruben«. Vor Beginn der Verproviantierung wird keine »Türschwelle« gebaut. Im Aufbau ähneln die Nester denen von *O. rufa*, sie sind aber durch den feuchteren Futtermaterial und die nicht mit Pollen bestäubten Eier und die rauhen und matten Kokons gut zu unterscheiden, in dem sich die Larven noch vor September bis zur adulten Biene entwickeln und als Imago den Winter überdauern.



Nest von *Osmia cornuta* in einem Bambusröhrchen, das von links nach rechts zwei weibliche und eine männliche Brutzelle enthält. Im Normalfall schlüpfen bei solchen Hohlraumbewohnern zuerst die Männchen aus den zuletzt gebauten und daher vorderen Zellen und machen damit den später schlüpfenden Weibchen aus den hinteren Brutzellen Platz. Diese Reihenfolge wird aber nicht immer eingehalten.

Osmia caerulea

Die blaumetallisch schillernde *O. caerulea* besiedelt vor allem Waldränder, kommt regelmäßig aber auch im Siedlungsbereich vor. Diese Mauerbienen-Art fliegt von Ende April bis Ende September, wobei im Juli eine partielle zweite Generation erscheint. Die Weibchen werden erst bei einer Lufttemperatur von 19 °C aktiv.

Über ihren Nestbau berichten u. a. BRECHTEL



Nest der Mauerbiene *Osmia caerulescens* mit drei Brutzellen und frisch geschlüpften Larven. Die Zellzwischenwände bestehen aus Pflanzenmörtel.

(1986), MALYSHEV (1937) und TASEI (1972). Zum Nisten bevorzugt *O. caerulescens* die Ost- und Südfassaden nicht verputzter Gebäude, vor allem von Holzschuppen, wo sie vorhandene Hohlräume, v. a. Käferfraßgänge besiedelt. Aber auch verlassene Nester von Pelzbienen (*Anthophora*) oder anderen Stechimmen in Steilwänden sowie Pflanzenstengel werden zur Anlage der Brutzellen genutzt. In künstlichen Nisthilfen läßt sie sich problemlos ansiedeln, wobei Gänge von 4–5 mm Durchmesser deutlich bevorzugt werden. Die Nester zeigen hier einen linearen Aufbau. (In Hohlräumen, die wesentlich breiter sind als die Biene gebaut ist, können die Zellen auch eine asymmetrische Form annehmen und unregelmäßig verteilt sein.) In röhrenförmigen Hohlräumen wird für die erste Zelle eine Rückwand gebaut, die wie die Zellzwischenwände und der Verschlusspropfen aus grünlichem Mörtel pflanzlichen Ursprungs besteht. Die durchschnittliche Länge der Zelle beträgt 8,6 mm. Vor der Verproviantierung wird eine Schwelle gebaut, welche die Lage der Verschlusswand bzw. Zellzwischenwand markiert.

Zum Pollensammeln befliegt diese *Osmia* in erster Linie Lippenblütler (Lamiaceae) und Schmetterlingsblütler (Fabaceae). Zur Versorgung einer Zelle sind durchschnittlich 20 Sammelflüge notwendig. Der Proviant hat eine ziemlich feuchte Konsistenz. In seine Vorderseite wird das Ei mit seinem caudalen Pol gesteckt. Die Entwicklung vom Ei bis zur Imago dauert 6–7 Wochen bei 21 °C und ungefähr 23 Tage bei 28 °C (TASEI). Vier Larvenstadien werden durchlaufen; wie bei allen Megachiliden ist das vierte Stadium behaart. Die Kotabgabe beginnt 2–3 Tage vor Beendigung der Nahrungsaufnahme, die insgesamt etwa 9–10 Tage dauert. Nach dem Verzehr wird ein dünnwandiger, seidig glänzender Kokon gesponnen, der die ganze Zelle auskleidet und den Zellwänden fest anliegt. Aus den von den Weibchen der 1. Generation später als Juni abgeleg-

ten Eiern entstehen Imagines, die in Diapause gehen und überwintern. Im Gewächshaus schwankt nach TASEI die Lebensdauer der Weibchen zwischen 30 und 60 Tagen, ein Weibchen legt hier insgesamt durchschnittlich 42 Eier, 1–6 Eier täglich. Unter natürlichen Bedingungen sind es dagegen nur 1–2 Eier am Tag.

Osmia gallarum

Ein weiterer Hohlraumbesiedler ist die kleine, erzgrüne *O. gallarum*, die gerne in verlassenen Eichen gallen nistet, worauf sich auch ihr wissenschaftlicher Name bezieht. In den mehr oder weniger ausgehöhlten Gallen liegen die 10–24 Brutzellen unregelmäßig verteilt (SPINOLA 1808, GIRAUD 1866). Die Art baut aber auch in Käferfraßgängen, in Pflanzenstengeln (ENSLIN 1925) sowie in künstlichen Nisthilfen in Form von Bohrgängen in Holz (WESTRICH 1979). Hier sind die Nester Linienbauten mit 6–11 Zellen. Niströhren von 3–3,5 mm Durchmesser werden bevorzugt. Baumaterial für die fast papierdünnen Zellzwischenwände und den Nestverschluß ist Pflanzenmörtel. Der Hauptverschluß besteht meistens aus drei bis vier hintereinander liegenden, durch Zwischenräume von 0,5–1 mm getrennten, dünnen Querwänden. Die Überwinterung erfolgt als Imago in einem zweischichtigen, undurchsichtigen Kokon.

Osmia adunca

Über die Biologie von *O. adunca* ist trotz ihrer Häufigkeit noch wenig bekannt. Die oft wiederholte Angabe, die Art würde freistehende Nester in Vertiefungen von Steinen oder Felsblöcken bauen, dürfte auf Verwechslungen mit *O. anthocopoides* beruhen. Tatsächlich ist die Art ein ausgesprochener Hohlraumbewohner, der Schilfhalm, Käferfraßgänge in totem Holz, verlassene Zellen von Mörtelbienen (*Megachile parietina*) und Löcher in Alteisen oder Gesteinsschlacken besiedelt (FRIESE 1926, GRANDI 1961, MANEVAL 1932, STOECKERT 1933, WOLF 1973). Hohlräume in alten Strangfalleziegeln und künstliche Nisthilfen in Form von Bohrgängen in Holzblöcken oder Bambusrohren werden ebenfalls gut angenommen (BRECHTEL 1986, WESTRICH 1983a).

Die Nistplätze sind in der Regel gut besonnt und süd- bis westexponiert. Der Durchmesser der besiedelten Gänge beträgt 4–7 mm, wobei 6 mm deutlich bevorzugt werden. 4 mm können nur extrem kleine Weibchen nutzen. Die Hauptnistaktivität der *O. adunca* fällt auf die Zeit von Anfang Juli bis Mitte August, doch werden einzelne Weibchen noch bis Mitte September bauend angetroffen. Es gibt nur



Die Mauerbiene *Osmia adunca* beim Bau des Nestverschlusses.

eine Generation. Wieweit sich die Bauzeit in Richtung Herbst verschieben kann, hängt stark von dem Blütenangebot ab. Da die Art eng spezialisiert ist und ausschließlich Natterkopf (*Echium*) zum Pollensammeln besucht, hört die Nistaktivität dann auf, wenn die Blütezeit der Nahrungspflanzen vorbei ist. Durch zusätzliches Anbieten des Violetten Natterkopfes (*Echium plantagineum*) konnte ich die Nistaktivität dieser Mauerbiene bis weit in den September hinein verlängern.

Als Baumaterial wird sandiger, mit kleinen Steinchen gemischter Mörtel verwendet. Da dieser nach dem Trocknen sehr hart wird, ist die Zugabe von Bindemitteln (Nektar, Sekrete) wahrscheinlich. *O. adunca* baut wie *O. rufa* vor der Verproviantierung eine »Türschwelle«, die den späteren Zellverschluß markiert. Auch die Innenwandungen der Zelle werden oft teilweise oder ganz, aber nur dünn, mit einer Mörtelschicht überzogen.

Der Pollen wird trocken in der Bauchbürste transportiert und nach der Abgabe des Nektars deponiert. Er hat beim Transport eine hell bläulichgraue Farbe und wird unter Zugabe von Nektar dunkelviolett. Der Vorrat wird nicht wie bei *O. cornuta*

oder *O. rufa* im hinteren Teil der Zelle festgestampft, sondern hat eher die Form eines rundlichen Ballens, obwohl er recht feucht und fast sirupartig ist.

Das Ei ist leicht gebogen und wird mit dem caudalen Pol an den Futterbrei geheftet. Manchmal liegen die Eier aber auch mit ihrer Längsseite am Proviant. Die nach spätestens 5 Tagen geschlüpfte Larve sitzt während des Fressens auf dem Vorrat aufgesockelt. Im Alter von 7–9 Tagen beginnt sie mit der Kotabgabe in Form kleiner Kotkörner. Mit 9 Tagen haben sich die Larven vom Vorrat gelöst. Nach 10–12 Tagen ist dieser verzehrt. Danach spinnen die Larven innerhalb von 1–2 Tagen einen Kokon. Sie fertigen zunächst am vorderen Zellende einen Deckel, der dichter ist als die anschließend gesponnenen Teile. Der Kokon besteht aus einem dünnen, weißen Gespinnst und hat Verbindung zur Zellwandung, weswegen er meist aufreißt, wenn man die Brutzelle öffnet. Kotbällchen und Pollenreste liegen außerhalb des Kokons. Die Überwinterung erfolgt im Stadium der Ruhelarve.

Nach den Untersuchungen von BRECHTEL (1986) gibt es offensichtlich einen hohen Anteil (60 %) von »Überliegern«, also Individuen, die als Ruhelarven zweimal überwintern. Dies erweist sich als biologisch sinnvoll, da eine Art, die dermaßen eng spezialisiert ist, dadurch Verluste ausgleichen kann, wenn einmal die Pollenquellen ausfallen oder weniger gut blühen (der Natterkopf ist zweijährig) und deshalb weniger Nachkommen erzeugt werden.



Nest von *Osmia adunca* mit vier Brutzellen. Der dunkelviolette Pollenvorrat stammt ausschließlich vom Natterkopf (*Echium vulgare*).

Osmia bicolor

Einige, sogenannte helicophile *Osmia*-Arten wählen als Hohlraum zur Nestanlage ausschließlich Schneckenhäuser: *O. aurulenta*, *O. bicolor*, *O. rufohirta*, *O. spinulosa* und *O. versicolor*. Ihr Nestbauverhalten ist mehrfach beobachtet worden. Vor allem BELLMANN (1981) hat sich eingehender mit den drei erstgenannten Arten befaßt. Die Männ-



Unter dem Streuhaufen aus Kiefernadeln und dürrn Grashalmen liegt gut versteckt das Nest der Mauerbiene *Osmia bicolor*.

chen dieser Arten, die wie die Weibchen als Imago in einem selbstgesponnenen Kokon überwintert haben, schlüpfen einige Tage vor den Weibchen und kontrollieren regelmäßig die in ihrem Lebensbereich (Waldränder, Staudensäume, Abwitterungshalden, extensiv beweidete oder brachgefallene Magerrasen, Weinbergbrachen) herumliegenden Schneckenhäuser, kriechen auch in sie hinein, um sich mit eventuell gerade schlüpfenden Weibchen zu paaren. Leere Schneckenhäuser dienen beiden Geschlechtern auch als Unterschlupf bei schlechtem Wetter und bei Nacht.

O. bicolor nistet bevorzugt in leeren Häusern von der Größe einer Hainschnirkelschnecke (*Cepaea*), nur ausnahmsweise in solchen der Weinbergsschnecke (*Helix*). Hat die Biene ein geeignetes Schneckenhaus gefunden, inspiziert sie zunächst das Innere. Ist sein Eingang aufwärtsgerichtet, dreht sie es, bis die Mündung schräg nach unten gerichtet ist. Dazu zwingt sie sich zwischen Vegetation und Schneckenhaus und dreht dieses mit den Beinen. Anschließend beklebt das Weibchen sein Schneckenhaus mit Pflanzenmörtel. Es beißt von Pflanzen verschiedener Art kleine Blattstücke ab, verarbeitet sie unter Mithilfe von Speichel zu einem grünen Brei, den es in Form eines unregelmäßigen Ballens mit den Mandibeln zum Schneckenhaus transportiert. Auf der höchsten Stelle des Hauses verteilt es die Masse, wodurch kleine grüne Flecke entstehen, deren Zahl durch weitere Anflüge mit Pflanzenmörtel zunimmt. Insgesamt verbringt die Biene etwa eine halbe Stunde mit dieser Tätigkeit.

Innen blieb das Haus derweil unverändert. Die Mauerbiene trägt nun Pollen und Nektar ein. Als ausgesprochen polylektische Art dienen *O. bicolor*

verschiedenste Pflanzenarten als Pollenquellen. BELLMANN zählte in einem Fall 27, in einem anderen 38 Sammelflüge zur Verproviantierung einer Zelle, wozu die Bienen 4 bzw. 6 Stunden benötigten.

Vor der Eiablage holt das Weibchen wieder Pflanzenmörtel, den es diesmal im Innern des Schneckenhauses an der Spindel deponiert. Das Ei wird so abgelegt, daß es mit einem Pol schräg an dem dicht gepackten Futterbrei angeheftet ist. Nach der Eiablage dient der zuvor eingetragene Pflanzenmörtel zum Bau der ersten Querwand. Danach stapelt die Biene kleine Steinchen, Holzstückchen oder Erdbröckchen, die sie aus der nächsten Umgebung herbeischafft, lose vor der Querwand. Eine Windung des Hauses wird gut zur Hälfte aufgefüllt und als Abschluß eine weitere Querwand aus Pflanzenmörtel eingezogen. Meist werden mehrere Wände gebaut, zwischen denen jeweils Steinchen und andere



Aufpräpariertes Haus der Hainschnirkelschnecke (*Cepaea*) mit Nest von *Osmia bicolor*. In der unteren Gangwindung ist ein Teil des Nestverschlusses aus Pflanzenmörtel, Steinchen und Erdbröckchen zu sehen. Rechts davon klebt das Ei an dem gelben Pollenvorrat.

Kleinteile angehäuft werden. Meist enthält ein Haus nur eine Zelle, bisweilen werden aber auch 2 Zellen gebaut. In diesen Fällen werden die Zellen nur durch eine einfache Querwand getrennt. Der Nestverschluß hat etwa den gleichen Aufbau wie der in Häusern mit nur einer Brutzelle.

Nachdem die Brutzelle fertiggestellt ist, dreht *O. bicolor* ihr Schneckenhaus, bis seine Mündung dem Boden flach aufliegt. Wird dies durch einfaches Drehen nicht erreicht, gräbt sie mit den Mandibeln unter dem Haus, trägt die gelösten Erdbröckchen im Flug fort und läßt sie in etwa 5–10 cm Entfernung fallen. Unter dem Schneckenhaus bildet sich auf diese Weise eine kleine Grube. Die Biene dreht

das Haus wieder nach unten und fixiert es. Nun sammelt die Mauerbiene trockene Grashalme oder Kiefernadeln von meist 2–10 cm Länge. Sie greift eine Kiefernadel z.B. mit den Mandibeln und schiebt sie unter dem Körper zwischen den Beinen hindurch nach hinten. Sie fliegt zum Nest und legt die Nadel so ab, daß sie mit der Spitze den Boden berührt und gleichzeitig dem Schneckenhaus aufliegt. Hunderte von Halmen oder Nadeln werden herbeigeschleppt, die zum Teil ineinander verankert werden. Auf diese Weise entsteht ein oft faustgroßer Streuhaufen, unter dem das Schneckenhaus völlig verborgen ist. Dieses Abdecken dauert mehrere Stunden, mitunter einen ganzen Tag.

Osmia aurulenta

O. aurulenta, der MARÉCHAL (1926) eine umfassende Studie gewidmet hat, nistet in leeren Schneckenhäusern von unterschiedlicher Größe, Häuser der Weinbergschnecke (*Helix pomatia*) werden bevorzugt. Die Art baut in der Regel immer mehrere Zellen in einem Haus.

Von *O. bicolor* unterscheidet sich *O. aurulenta* u.a. dadurch, daß vor dem Eintragen des Larvenfutters die Rückwand und – zunächst nur als Ring angedeutet – die spätere Abschlußwand der Zelle



Die Mauerbiene *Osmia aurulenta* hat das von ihr zur Nestanlage gewählte Haus der Weinbergschnecke (*Helix pomatia*) mit Pflanzenmörtel beklebt.

aus Pflanzenmörtel gebaut wird. Während der Versorgungsphase ist die jeweilige Abschlußwand also schon vorbereitet. Sie erinnert an die »Türschwelle« anderer Osmien. Mit einem Teil des herbeigehtolten Baumaterials betupft das Weibchen auch das Äußere des Hauses. So entstehen kleine grüne Pünktchen. Den Rest verbaut die Biene im Innern. Nach



Osmia aurulenta beim Verlassen des Schneckenhauses, in dessen Mündung sie gerade den Verschlußpfropfen aus Pflanzenmörtel baut.



Aufpräpariertes Schneckenhaus mit zwei Brutzellen von *Osmia aurulenta*.

etwa einer Stunde Bauzeit beginnt sie mit dem Sammeln von Nektar und Pollen. *O. aurulenta* ist ein wenig wählerischer bei der Auswahl ihrer Pollenquellen als die vorige Art, wenn sie auch nicht spezialisiert ist. Für Schmetterlingsblütler und Lippenblütler hat sie eine besondere Vorliebe. In einem von BELLMANN beobachteten Fall fanden in 2 Stunden 12 Sammelflüge statt. An den auch hier nur mäßig feuchten und dicht gepackten Futtervorrat wird das Ei mit einem Pol befestigt. Danach verschließt die Biene die Zelle mit einer Querwand aus Pflanzenmörtel, die zugleich den Boden der nächsten Zelle bildet. Bei dieser Tätigkeit betupft sie oft erst das Schneckenhaus, so daß neben den älteren, inzwischen braun gewordenen Punkten frische grüne zu sehen sind, die auf den Bau einer neuen Brutzelle schließen lassen.

Wenn die letzte Brutzelle fertiggestellt ist, wird im Innern des Schneckenhauses eine Querwand eingezogen und eine weitere in Höhe der Mündung. Der Mündungsrand wird zunächst mit Pflanzenmörtel beklebt. Es entsteht ein Ringwulst, der zur Mitte hin geschlossen wird. Bei kleinen Schneckenhäusern kann die Verschlusswand 5 mm dick sein. *O. aurulenta* bewegt im Gegensatz zu *O. bicolor* und *O. rufohirta* ihr Haus niemals.

In kleinen Schneckenhäusern wurden 1–4 Brutzellen gefunden, in Häusern der Weinbergschnecke 7–12. Die Form des Nestes von *O. aurulenta* wird weitgehend von der Form des Hohlraumes im Schneckenhaus bestimmt. So sind die ersten beiden Zellen langgestreckt. Die folgenden Zellen werden zunehmend kürzer und höher. In ihnen wird der Larvenproviand in der oberen Hälfte an der Zelldecke deponiert. Bei großen Schneckenhäusern sind

die Zellen zunächst linear, später peripher und median angeordnet. BELLMANN hat die Kriterien zur Auswahl von Schneckenhäusern experimentell untersucht. Im Rahmen seiner Versuche nistete *O. aurulenta* auch in künstlichen Hohlkörpern. Er kam zu folgendem Ergebnis: »Der angeborene und/oder erlernte Mechanismus, der bei *O. bicolor* und *O. aurulenta* zum Nisten in Schneckenhäusern führt, scheint auf zwei Komplexe von Signalreizen anzusprechen: Form und Größe. Körper mit möglichst geringer Oberfläche sind innerhalb bestimmter Größenbereiche besonders attraktiv. Die innere Form des Ganges ist ebenfalls entscheidend. Bei *O. bicolor* sind die Ansprüche weniger flexibel als bei *O. aurulenta*. Das ideale Nistobjekt ist nach den genannten Bedingungen ein möglichst kugelförmiger Körper bestimmter Größenbereiche mit einem innen spiralförmig verlaufenden Gangsystem. Solche Körper stehen in der Natur nur als Schneckenhäuser zur Verfügung. Weitere Merkmale wie Gewicht, Färbung, Geruch u. a. sind offensichtlich ohne Bedeutung.«

Osmia rufohirta

O. rufohirta nistet bei uns vorzugsweise in leeren Häusern der Heideschnecke (*Helicella*). Gegenüber *O. bicolor* und *O. aurulenta* zeigt sie einige abweichende Verhaltensweisen. Nach der Paarung sucht die Biene ein für die Nestanlage geeignetes Schneckenhaus. Wenn sie dieses gefunden hat, transportiert sie es zunächst zu einem anderen Ort. BELLMANN beschreibt dies folgendermaßen: »Sie beißt sich mit den Mandibeln an Grashalmen oder anderen Gegenständen der Umgebung fest, greift mit allen Beinen am Schneckenhaus an und dreht dieses wie ein Rad um eine Achse, wobei sie sich, ohne den Griff der Mandibeln zu lösen, mit ihrem Körper geradezu überschlägt. Nach 0,2–1 m legt sie ihr Haus an einem mehr oder weniger verborgenen Ort ab.« Anschließend wird das Schneckenhaus auf der Außenseite mit Pflanzenmörtel beklebt.

Danach wird Pollen und Nektar verschiedenster Pflanzen eingetragen und am Ende des Ganges als mäßig feuchter Futterbrei deponiert. Die Biene trägt wieder Pflanzenmörtel herbei, den sie diesmal im Bereich der späteren Abschlußwand anhäuft. Nach der Eiablage – das Ei haftet mit einem Pol am Futter – verarbeitet sie den grünen Mörtel zu einer Verschlusswand. Unmittelbar an diese angrenzend schichtet sie Steinchen und Erdbröckchen auf und baut eine weitere Querwand aus Pflanzenmörtel. Der fertiggestellte Zellverschluß ist also dreischichtig, wobei jeweils die innere und äußere Schicht aus Pflanzenmörtel bestehen.



Von der Mauerbiene *Osmia rufohirta* mit Pflanzenmörtel beklebtes Haus der Heideschnecke *Helicella itala*.



Geöffnetes Schneckenhaus mit dem einzelligen Nest von *Osmia rufohirta*. Beachte die dreischichtige Abschlußwand.

Anschließend versteckt *O. rufohirta* ihr Schneckenhaus. Nachdem sie einen geeigneten Ort erkundet hat, rollt sie das Haus in der oben geschilderten Weise dorthin. Hindernisse auf dem Weg werden überwunden oder umgangen. Am Zielort angekommen, schiebt die Biene das Haus unter einen Grasbüschel oder einen hohl aufliegenden Stein. *O. rufohirta* baut offensichtlich immer nur eine Brutzelle in ein Haus und rollt dieses sowohl vor als auch nach dem Zellenbau. Um für ausreichend Nachkommen zu sorgen, muß diese Art mehrere Gehäuse nacheinander mit Zellen versorgen.

Alle drei besprochenen Schneckenhaus-Osmien bekleben ihr Haus mit Pflanzenmörtel. MALYSHEV (1937) vermutet – bei *O. rufohirta* – daß die so geschaffene raue Oberfläche den Transport des Schneckenhauses erleichtern könne. *O. rufohirta*

transportiert ihr Haus aber problemlos auch ohne Pflanzenmörtel, z. B. wenn dieser vom Regen abgespült wurde. BELLMANN deutet das Bekleben als »Relikt« eines Zellenbauverhaltens, das mit dem Beziehen vorhandener Hohlräume entbehrlich wurde.

Von den drei anderen heimischen Schneckenhaus-Bienen, und zwar von *O. andrenoides*, *O. spinulosa* und *O. versicolor* ist bisher kaum etwas über das Nestbauverhalten bekannt. Die Angabe



Das Weibchen von *Osmia rufohirta* sitzt auf dem für die Nestanlage bestimmten und bereits beklebten Schneckenhaus.



Osmia rufohirta hat sich mit den Mandibeln an einem Grashalm festgebissen und das Schneckenhaus mit dem darin befindlichen Nest mit den Beinen gepackt, um es anschließend wegzurollen.



Ein Weibchen der Mauerbiene *Osmia mustelina*, dessen Haarpelz durch das Sonnenlicht schon etwas ausgebleicht ist, gewinnt Material zum Nestbau, indem es von dem Laubblatt eines Sonnenröschens (*Helianthemum nummularium*) mit den Mandibeln ein Stück abbeißt und durch Zerkauen und Einspeicheln zu Pflanzenmörtel verarbeitet.

von GEHRS (1902), *O. spinulosa* verwende beim Nestbau Kot von Schafen oder Kaninchen, beruht eindeutig auf einer Fehlinterpretation. Da der Pflanzenmörtel einige Zeit nach dem Bau eine schwärzliche Farbe annimmt, erinnert er zwar an Schafskot, tatsächlich werden aber auch hier zerkauter Blattstücke beim Nestbau verwendet.

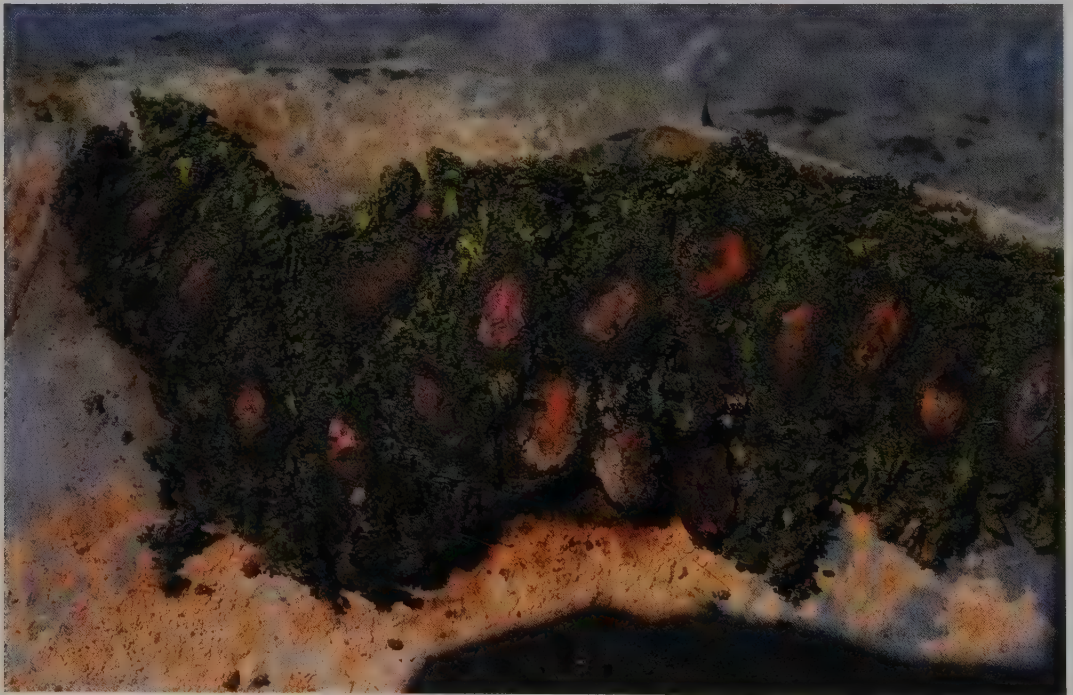
Osmia mustelina

O. mustelina nistet in Felsspalten oder in den Verwitterungslöchern von Felsen sowie in breiten Fugen von Trockenmauern. Bei Steinmann in Chur (Schweiz) baut sie auch in weitlemigem Bambusrohr. Die Höhlungen werden ganz von dem Nest ausgefüllt. VERHOEFF (1892a), der im Wallis (Schweiz) ein Nest in einer aus Steinblöcken lose aufgeschichteten Mauer fand, beschreibt seinen Fund folgendermaßen: »Am Bausystem sind drei Haupttheile zu unterscheiden: (1) die Vorräume, (2) die Mauerschicht, (3) der Complex der mit Insassen besetzten Zellen. Das Nest bildet eine flache Schicht, welche in einem niedrigen, aber breiten und tiefen Spalt zwischen zwei übereinander lagernden Steinblöcken sich horizontal so ausdehnt, daß alle

Zellen in einer Ebene liegen. Hinten und rechts näherten sich die Steinblöcke allmählich bis zur Berührung, daher denn auch an diesen beiden Seiten die Mauerschicht überflüssig war. Von links schob sich ein anderer Stein heran, aber es blieb ein Spalt, so daß diese Seite des Baues etwas frei lag und die kompakte Mauerschicht sich links hineinziehen mußte. Die ganze Substanz des Nestes besteht aus trübgrüner, zerkauter Pflanzenmasse, welche, mit Speichel vermennt, gegen Witterung und Feinde Schutz gewährt. Diese Masse ist gegenüber mechanischen Stößen ziemlich resistent. An der Front, woselbst der Bau mit der Mauer beinahe in einer senkrechten Linie abschließt, ist ein Streifen von etwa 9 cm Breite und von 12–13 mm Höhe von der dunkelgrünen Baustubstanz, ohne Erbrechung der aufgeschichteten Mauer, sichtbar. Die Wirkung der Sonnenstrahlen ließ jedoch an der Front die dunkelgrüne Substanz bräunlich und dadurch mehr gesteinfarben werden und auch dies ist ein Schutz für das Bauwerk. (1) Die Vorräume sind völlig leer, von Gestalt bedeutend gestreckter als die bewohnten Räume des Zellencomplexes. Sie bilden zwei Reihen und zeigen gegeneinander wesentlich dünnere Tren-



Großes Nest von *Osmia mustelina* in den Spalten einer Bruchsteinmauer.



Durch Entfernen des Steines, der das Nest von *Osmia mustelina* von oben schützte, wird der Blick auf die vielen Brutzellen frei. An den Stellen, an denen zum Bau der Seitenwände kein Pflanzenmörtel verwendet wurde, erkennt man die hauchdünne Auskleidung mit rötlichen Blütenblättern.

nungswände als die Zellen. Von dem Zellencomplex sind sie durch die dicke Mauerschicht scharf getrennt. « Auf diese leeren Vorräume » folgt die compacte Mauerschicht. Diese Wand von zerkauter Pflanzenmasse mißt durchschnittlich 1/2 cm in der Dicke. Es bleibt übrig, (3) den eigentlichen Zellencomplex zu betrachten. Derselbe enthält 23 Zellen, welche ausnahmslos Insassen beherbergen, eine viel weniger gestreckte Form haben als die leeren Vorräume und voneinander auch durch dickere Scheidewände getrennt sind. Daß die Zellen, von oben betrachtet, verschieden groß sind, beruht meist nur darauf, daß dieselben von oben her verschieden weit offengebrochen sind; der Boden und die Dicke der Zelle sind nämlich nicht von Pflanzensubstanz gebildet, sonder hier gab der obere und untere Steinblock den Abschluß, an der ringsum gelegenen Pflanzenstoffhülle aber wurde oben und unten die Substanz verschieden breit an den Stein oben und unten angeklebt. «

Was VERHOEFF trotz seiner eingehenden Untersuchung entging, ist die Verwendung von Blütenblatt-ausschnitten, z. B. von Rosen. Mit ihnen sind die Brutzellen einschichtig ausgekleidet. Jedenfalls waren die Brutzellen aller von mir im Wallis aufgefundenen Nester in dieser Weise austapeziert. Werden die Nester in Felsspalten von nur geringer Tiefe angelegt, so können die »Vorräume« auch fehlen, und auf die Brutzellen folgt unmittelbar die das Nest nach außen abschließende »Mauerschicht«. Die Überwinterung erfolgt als Ruhelarve im Kokon.

DELEURANCE (1949) und GRANDI (1964) beobachteten gelegentliche Nistgemeinschaften von bis zu fünf Weibchen. Eines der von DELEURANCE beschriebenen Nester umfaßte 21 bereits verschlossene und 2 noch offene Zellen, an deren Fertigstellung 3 Weibchen offenbar gemeinsam arbeiteten. GRANDI hingegen beobachtete zwar bis zu 5 Weibchen, von diesen baute und versorgte jedes jedoch seine eigenen Brutzellen. Auch ich konnte im Wallis in 2 Fällen Nistgemeinschaften von *O. mustelina* beobachten, die Weibchen verhielten sich in der von GRANDI beschriebenen Art und Weise.

Osmia inermis

O. inermis finden wir in Mitteleuropa vor allem auf Trockenhängen, Geröllflächen und Heiden des Alpenraums, vereinzelt auch der süddeutschen Mittelgebirge. Diese Art fliegt von Anfang Mai bis Ende Juni in einer Generation. Über die Nistweise liegen nur wenige Beobachtungen vor (ZETTERSTEDT 1840, SMITH 1851, 1852, FRIESE 1923, GRANDI 1962). Neuerdings hat PRIESNER (1981) mit der Veröffent-

lichung seiner in Südkärnten gemachten Beobachtungen die geringen Kenntnisse über die Art erweitert.

Die Nester werden unter flachen Steinen angelegt. Die Niststeine haben einen Durchmesser von rund 25 cm und liegen dem Boden unmittelbar auf. Der Nestumfang schwankt zwischen wenigen bis 200 Brutzellen, die stets in einer zusammenhängenden Wabe an der Unterseite des Steines befestigt werden. Die Zellen grenzen ohne Zwischenraum aneinander. Sie bestehen gänzlich aus zerkauten Blattstücken. Manche Nester werden vermutlich über Jahre hinweg immer wieder benutzt, gesäubert und an schadhafte Stellen ausgebessert oder Teile der alten Brutzellen werden bis auf einen Sockel abgetragen und darauf die neuen Zellen errichtet, die an der hellgrünen Färbung der Zellwände von den alten, schwarzbraunen Zellen leicht zu erkennen sind.

PRIESNER traf an größeren Nestern bis zu 12 arbeitende Weibchen an. Alle von diesem Autor untersuchten Niststeine waren ringsum mit Sand so gegen den Untergrund abgedichtet, daß nur ein kleines Schlupfloch freiblieb, durch das die Weibchen in reger Folge hinein und heraus schlüpften. Dieser Sandwall ist offenbar ein Gemeinschaftsprodukt aller Weibchen. Die Brutzellen aber werden von je einem Weibchen gebaut und versorgt. *O. inermis* bildet demnach lose Nistgemeinschaften. Sie kann daher als eine kommunale Art bezeichnet werden. Die Überwinterung erfolgt im Kokon als Imago. Einzelne Individuen haben eine zweijährige Entwicklung.

Osmia leucomelana

Die häufigste *Osmia*-Art, die bei uns in Pflanzenstengeln nistet, dürfte *O. leucomelana* sein. Über ihren Nestbau haben u. a. BONELLI (1971), DANKS (1971a), ENSLIN (1925), MALYSHEV (1937) und VERHOEFF (1892a) berichtet. Diese Mauerbiene nistet im weichen Mark dürerer Zweige und Stengel verschiedener Pflanzen, z. B. von Brombeeren, Himbeeren, der Heckenrose, der Eselsdistel und der Königskerzen. Für eine Besiedlung spielt es keine Rolle, ob sich der Stengel noch an seinem natürlichen Wuchsort und in der Lage befindet, in der er gewachsen ist, oder ob er auf Reisighaufen liegt oder gezielt zur Ansiedlung angebracht wurde. Entscheidend ist, daß die Biene von außen einen freien Zugang zum Mark hat. Sie kann nicht wie *O. tridentata* die verholzte Stengelwand durchnagen.

Man kann daher für *O. leucomelana* leicht die Nistmöglichkeiten verbessern, indem man z. B. an alten Brombeerhecken die abgestorbenen Ranken



Drei Brutzellen der Mauerbiene *Osmia leucomelana* in einem dürrn Stengel der Königskerze (*Verbascum*). Die Querwände zwischen den einzelnen Zellen bestehen aus Pflanzenmörtel.

an der Spitze mit einer Rebschere kappt. Auf diese Weise erhält man auch leicht Material zur Untersuchung. In den Stengel nagt die *Osmia* selbst einen Gang, der bisweilen 28 cm lang ist. Im Gegensatz zu *O. tridentata* ist er meist mehr oder weniger stark gewunden, ein Umstand, der das Präparieren der Nester erschwert. Im Durchschnitt ist der Nestgang 2 mm breit. Die erste Zelle wird am Ende des Ganges angelegt, eine besondere Rückwand wird nicht gebaut. Das Larvenfutter, das an verschiedensten Pflanzen gesammelt wird, füllt den hinteren Teil der Zelle völlig aus. Der recht feuchte Nahrungsbrei ist oberflächlich mit trockenem Pollen bestreut, weshalb er kaum an der Zellwand haftet. Das Ei wird auf die vordere Seite des Vorrats gelegt. Die Abschlußwand der Zelle wird aus zerkauten Blattstücken gebaut und ist daher anfangs hellgrün. Sie hat meist eine schalenförmige Form. In einem Stengel werden bis zu 17 Brutzellen angelegt. Zwischen dem Deckel der letzten Zelle und dem Verschußpropfen bleibt ein Raum von etwa 5 mm frei. Der Nestverschluß besteht aus dem gleichen Material wie die

Zellzwischenwände. Die Larven lagern ihre Exkremente am Zelldeckel ab und überwintern im Stadium der Ruhelarve in einem selbstgesponnenen Kokon, der gelblichweiß, feinhäutig und durchscheinend ist.

Osmia tridentata

Ganz ähnliche Nistplatzansprüche wie *O. leucomelana* hat *O. tridentata*, die allerdings wesentlich größer ist als diese (sie erreicht die Größe einer Honigbiene). Allgemein gilt sie als selten, doch gelang es mir im Laufe der Jahre durch Anbieten von geeigneten Niststengeln und gezielte Suche weit über 100 Nester zu erhalten. In meinem Biengarten fliegt die Art alljährlich von Mitte Juni bis Anfang August in einer Generation. Die Männchen schlüpfen einige Tage vor den Weibchen. Wie ihre Nestgeschwister verlassen sie das Nest entweder zu dem ursprünglichen Eingang oder sie nagen sich – jede für sich – seitlich durch die verholzte Stengelwand ein kreisrundes Loch.

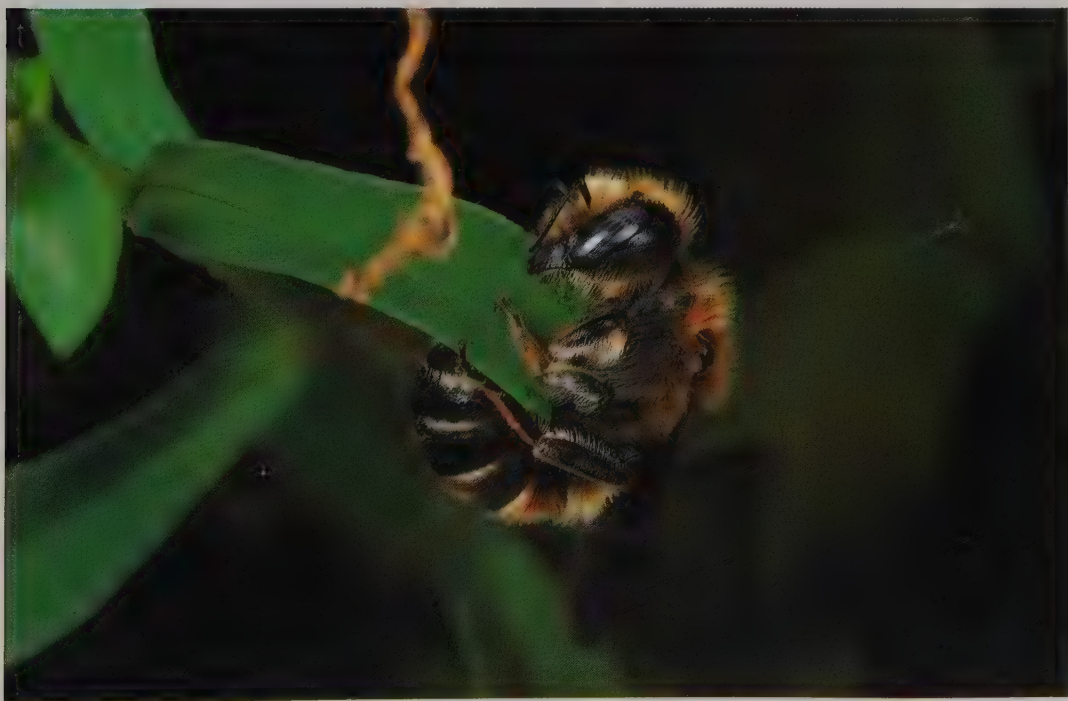
Bei sonnigem Wetter vollführen die Männchen regelmäßig Patrouillenflüge, die sich immer auf potentielle Schlüpforte von Weibchen, also auf Pflanzenstengel beziehen. Dabei halten sie stets bestimmte Flugbahnen bei, die sich von denen anderer Männchen unterscheiden. Futterplatzbahnen konnte ich trotz der Oligolektie der Art nicht feststellen. Die Stengel werden nicht nur angeflogen, sondern auch inspiziert, indem die Männchen für kurze Zeit hineinschlüpfen. Sobald die Weibchen aus ihren Brutzellen geschlüpft sind, werden sie von einem gerade ankommenden Männchen gepackt und meist auf der Erde begattet.

Die Nestbauten, die bereits ENSLIN (1925) und MALYSHEV (1937) genauer beschrieben haben, findet man überwiegend in trockenen Stengeln von Königskerzen (v.a. von *Verbascum densiflorum*), seltener in solchen von Eselsdisteln (*Onopordum*), Karden (*Dipsacus*), Beifuß (*Artemisia*) oder Brombeeren (*Rubus*). Besonders leicht kann man Nester erhalten, indem man dürre Stengel an Orten, wo man *O. tridentata* vermutet, aufstellt. Wenn das Stengelmark durch eine abgeschnittene Stengelspitze zugänglich ist, beginnt das Weibchen vom oberen Ende her den Stengel auszuhöhlen. Einzelne Tiere beginnen diese Arbeit aber von der Seite und nagen die ziemlich feste, verholzte Stengelwand durch.

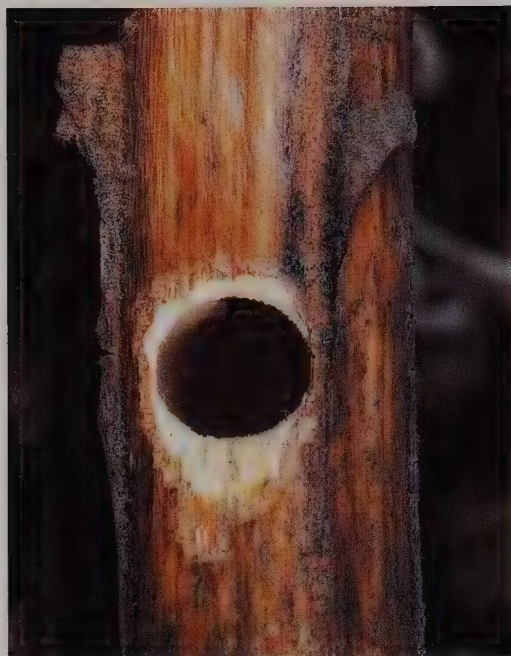
Haben sich bereits andere Bienen (z.B. *Ceratina*- oder *Hylaenus*-Arten) oder Grabwespen (z.B. *Passaloecus*) ein Nest in dem Stengel gebaut, werden sie von *O. tridentata* dadurch vertrieben, daß sie ihren eigenen Gang aushöhlt und die schon vorhandenen



Ein Weibchen der Mauerbiene *Osmia tridentata* beim Ausnagen des Marks in einem dürrn, gekappten Stengel der Königskerze (*Verbascum*).



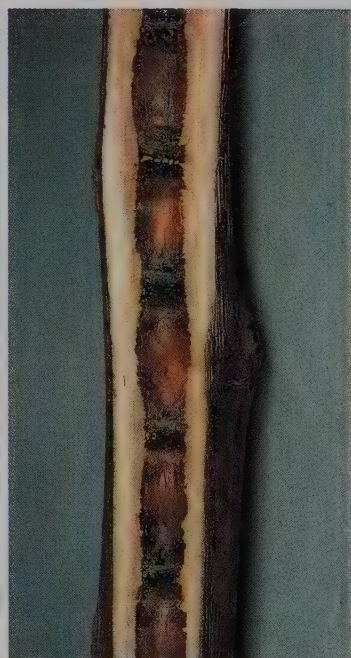
Osmia tridentata beim Abnagen eines Laubblattes des Gelben Leins (*Linum flavum*) zur Gewinnung von Baumaterial.



Von der Mauerbiene *Osmia tridentata* selbst genagter Eingang zum Nest in einem dürrn Stengel der Königs-kerze (*Verbascum*).



Beim Schlüpfen nagen sich die Imagines von *Osmia tridentata* oft ein Loch durch die verholzte Stengelwand.



Links: Brutzelle von *Osmia tridentata* mit Pollenproviant von Schmetterlingsblütlern und Bienenerei. Als Baumaterial für die Querwände verwendet die Art ausschließlich zerkaute Blattstücke. Mitte: Blick in ein Nest von *O. tridentata* in einem dürrn Stengel der Königskerze (*Verbascum*). Rechts: Fünf Larven haben pergamentartigen Kokon eingesponnen.

Brutzellen damit zerstört. Voraussetzung für eine solche Aneignung fremder Niststengel ist aber eine genügende Markdicke, denn der Osmien-Gang mißt 5–6 mm im Durchmesser. Aber nicht nur gegenüber artfremden Bienen kann diese Mauerbiene als Konkurrent auftreten, sondern auch arteigene Weibchen versuchen immer wieder bei einem Mangel an Nistplätzen, sich einen Stengel anzueignen und die Nestbesitzerin zu vertreiben. Um dem vorzubeugen, sitzen die Weibchen immer dann, wenn sie gerade nicht aktiv sind, in ihrem eigenen Nest, meist mit dem Kopf nach innen. Bei Berührung fahren sie ihren Stachel aus, mit dem sie auch einen unvorsichtigen Bienenkundler, der sie in die Hand nimmt, stechen können; allerdings verschwindet der leicht brennende Schmerz nach wenigen Minuten.

Das Eingangsloch hat einen Durchmesser von 5–6 mm und führt zu einem oft bis zu 36 cm langen Neststollen, der fast ohne Krümmungen senkrecht verläuft. Erst wenn der gesamte Stollen ausgeschachtet ist, kann mit dem Bau der ersten Brutzelle begonnen werden. Dort, wo keine Zellen liegen, ist der Gang überall gleich weit. Lediglich die Abschnitte, die eine Brutzelle aufnehmen, werden von der Biene zu Beginn des Baus jeder einzelnen Zelle faßförmig erweitert, das hierbei abgenagte Material wird nach draußen transportiert. Nachdem die Seitenwände erweitert wurden, baut die Biene dort, wo später die Querwand die Zelle abschließt, eine niedrige, ringförmige Schwelle. Erst danach wird mit der Verproviantierung begonnen. Pollen von Schmetterlingsblütlern (Fabaceae) wird eingetragen und mit reichlich Nektar vermischt, so daß der Futterbrei eine zähflüssige Konsistenz hat und leicht deformiert wird. Von der Zellwand selbst ist er durch eine dünne Schicht trockenen Pollens isoliert. Das Ei wird mit dem kaudalen Pol in den Vorrat versenkt. Nach der Eiablage wird die eingangs gebaute Schwelle zu einer dicken Querwand vervollständigt. Auch sie besteht nur aus Pflanzenmörtel. Sind die bis zu 34 Brutzellen pro Stengel fertiggestellt, verschließt die Mauerbiene den Niststollen in Höhe des Eingangs mit einem dicken Propfen, der aus mehreren Schichten Pflanzenmörtel und abgenagtem Mark besteht.

Nach dem Schlüpfen schwimmen die Larven leicht gekrümmt auf dem Proviant. Etwa im Alter von 8–10 Tagen beginnen sie zu koten. Nachdem das ganze Futter aufgefressen ist, wenden sie sich mit dem Kopf dem Zelldeckel zu. Sie spinnen einen braunen, pergamentartigen und leicht transparenten Kokon, der die ganze Zelle auskleidet, aber nicht an der Zellwand haftet. Die Kokons lassen sich daher leicht aus der Zelle lösen. Die Exkremente

liegen kompakt am Zellboden. Es folgt eine Diapause, so daß die Art im Stadium der Ruhelarve überwintert. Beunruhigt man die Ruhelarven, etwa durch Bewegen des Niststengels oder des Tisches, auf dem das Nest liegt, krümmen und drehen sie sich. Dabei geben sie ein mehrere Meter weit hörbares Geräusch von sich, das schon von MALYSHEV erwähnt wird, und das mich an einen in der Ferne bellenden Hund erinnert. Männliche und weibliche Zellen sind nicht in einer bestimmten Reihenfolge angeordnet, meist liegen sie regellos durcheinander.

Osmia papaveris

Das Nest der *O. papaveris* wurde seit RÉAUMUR mehrfach, u. a. von MÜLLER (1907), näher beschrieben. Ich selbst habe es leider noch nie zu Gesicht bekommen, weil die Art inzwischen sehr selten geworden ist, während sie in früherer Zeit in sandigen Feldfluren stellenweise häufig gewesen sein muß. Diese Bienenart, die im Juni und Juli fliegt, verwendet zum Bau der Brutzelle meist Ausschnitte der Blütenblätter von Mohn (*Papaver*). Deswegen wird sie auch Mohnbiene genannt. Aber auch die Blütenblätter anderer Pflanzenarten wie Kornblume (*Centaurea cyanus*), Malven (*Malva*) oder Sonnenröschen (*Helianthemum*) dienen bisweilen als Baumaterial. Die Brutzellen liegen einzeln, gelegentlich auch zu mehreren, in einer selbstgegrabenen Vertiefung im Boden. Mit den Blattausschnitten kleidet *O. papaveris* ihre im Sand oder lockeren Löß angelegten Zellen aus, um sie anschließend mit dem Pollen und Nektar verschiedener Pflanzenarten, vor allem von Kornblume (*Centaurea cyanus*) oder Glockenblumen (*Campanula*), zu verproviantieren. Nach erfolgter Eiablage wird die Zelle mit den oberen Zipfeln verschlossen und mit Sand überdeckt.

Osmia mocsaryi

In Mitteleuropa gibt es eine mit der *O. papaveris* nahe verwandte Art, die bisher in Deutschland nicht nachgewiesen wurde, aber im benachbarten Österreich vorkommt: *O. mocsaryi*. Diese Fröhsommer-Art verwendet ebenfalls Blattausschnitte von Blütenblättern und zwar ausschließlich solche von Lein-Arten, insbesondere vom Gelben Lein (*Linum flavum*). In den sandigen Boden wird zunächst ein wenige Zentimeter tiefer Gang gegraben. Mit den Blattausschnitten wird der Hohlraum austapeziert, wobei die einzelnen Blattstückchen (vermutlich mit Speichel) miteinander verklebt werden. In diese tütenförmige Zelle wird ausschließlich Pollen und Nektar von Lein eingetragen. Meist verzweigt sich das Nest unterhalb des Eingangs. Jeder der bis zu vier Gänge enthält eine oder zwei unmittelbar hin-



Die Mauerbiene *Osmia mocsaryi* vor ihrem tütenförmigen Nesteingang, der wie die Brutzellen gänzlich aus Blütenblatt-ausschnitten des Gelben Leins (*Linum flavum*) gefertigt ist.



Aus dem Erdreich herauspräpariertes Nest von *Osmia mocsaryi* mit traubenförmig angeordneten Brutzellen, hier vier an der Zahl.

tereinander liegende Zellen, die mit Blattstücken auch verschlossen werden. Der Nesteingang selbst wird nicht mit Erde bedeckt, so daß man ihn noch lange nach Fertigstellung des Nestes entdecken kann, wenngleich die anfangs leuchtend gelbe Farbe nach einiger Zeit verblasst. Die Bindung an Leinblüten zeigt sich bei dieser »Tapezierbiene« übrigens auch darin, daß die Männchen oft, aber nicht immer, in Leinblüten ruhen und sich die Partnerfindung ebenfalls an den Leinblüten abspielt, so daß Leinblüten gleichzeitig Schlafstätte, Rendezvous-Platz, Baustofflieferant und Pollenquelle für *O. mocsaryi* darstellen. Die Weibchen verbringen die Nächte im Hauptgang ihres Nestes.

Osmia villosa

Auch *O. villosa* verwendet zum Bau ihrer Brutzellen Blütenblätter, aber nicht ausschließlich, sondern in Kombination mit Lehm. Auch die Nester dieser Art sind nur schwer zu finden, so daß nur wenige Beschreibungen vorliegen (u.a. FRIESE 1923, PETIT 1970, 1977). Mir selbst stellte Amiet ein von ihm gefundenes Nest zur Verfügung.

O. villosa fliegt in einer Generation von Ende Mai bis Mitte Juli vorwiegend auf Felshängen und Abwitterungshalden, in alten Steinbrüchen und in

alten, mit Trockenmauern durchzogenen Weinbergen. Am ehesten treffen wir die Art auf Flockenblumen (*Centaurea*), Habichtskräutern (*Hieracium*) oder Bitterkraut (*Picris*) an, den bevorzugten Nahrungspflanzen dieser Mauerbiene.

Die einzelnen oder lose aneinander gereihten Brutzellen liegen in vorhandenen, meist bodennahen Hohlräumen und zwar in Ritzen und Löchern von Felsen, zwischen aufeinander liegenden Steinen, zwischen Rindenstücken, in einem Fall fanden sie sich unter den Bolzen von Eisenbahngleisen. Als Baumaterial dienen in erster Linie Ausschnitte von Blütenblättern verschiedener Pflanzen wie Sonnenröschen (*Helianthemum*), Rosen (*Rosa*), Hahnenfuß (*Ranunculus*), Mohn (*Papaver*) und nicht zuletzt Wald-Storchschnabel (*Geranium sylvaticum*),



Zwei Brutzellen der Mauerbiene *Osmia villosa*, die aus den Blütenblattausschnitten des Wald-Storchschnabels (*Geranium sylvaticum*) zwischen zwei Rindenstücken angelegt wurden.

der offensichtlich besonders gerne Verwendung findet. Außer den Blütenblattstücken dient auch Sand oder Lehm zum Nestbau, beide Materialien werden aber offensichtlich unterschiedlich miteinander kombiniert. In der Regel bilden relativ große, mit den Mandibeln ausgeschnittene Blattstücke die Wandung einer Brutzelle. Bisweilen werden die Blattschichten mit einem lehmigen Mörtel verkittet. Es gibt aber auch gänzlich aus Lehm gemörtelte Zellen, die nur auf der Außenseite mit Blütenblättern verkleidet sind. Auch der Zellverschluß besteht meist aus Blattstückchen und Lehm.

FRIESE beschreibt ein Nest folgendermaßen: »Die einzeln aus Sand hergestellten Zellen waren mit den gelben Blütenblättern von *Ranunculus acer* und den schmälere von *Hieracium* in 3- 4fachen Lagen aus-

gekleidet. Die Anzahl der Zellen war nur gering (1–3 Stück), jede Zelle war besonders aufgemauert mit geschickter Benutzung der Wände des Loches und der Schlußdeckel war einfach in der Ebene der Steinfläche hergestellt, nicht vorgewölbt.« Über ein weiteres Nest schreibt der gleiche Autor: »Die Zellen waren aus Blütenblättern des *Geranium silvaticum* hergestellt, und zwar durch verschiedene übereinandergelagerte Schichten, einzelne Stellen, besonders die Ränder, welche die Steinplatten berührten, waren auch mit erdiger Kaumasse verklebt.«

Osmia mitis

Einen eigenartigen Nestbau zeigt auch *O. mitis*, über die bisher nur ganz wenige Beobachtungen vorliegen (BONELLI 1967f, KOLLER & HAMANN 1950, MANEVAL 1925). AMIET und ich selbst hatten das Glück, die ungemein gut versteckt angelegten Brutzellen ebenfalls zu entdecken. Die Art fliegt in trockenwarmen Lebensräumen, wie Abwitterungshalden, Felshängen, Weinbergen oder Waldrändern in einer Generation von Ende Juni bis Mitte August. Bisherige Fundstellen von Nestern waren Steinspalten, Höhlungen in Felsen und Steilwänden, Hohlräume unter Steinen, eine Astgabel und ein Haufen trockener Blätter. Als Baumaterial dienen vorwiegend die mit den Mandibeln abgebissenen Laubblättchen von Sonnenröschen (*Helianthemum*), aber auch Stücke der Laubblätter anderer Pflanzen wie Fingerkraut (*Potentilla*), Habichtskraut (*Hieracium*) oder Erdbeere (*Fragaria*). Die Blattstückchen werden rosettenartig so ineinander und übereinander gesetzt, daß die Brutzellen aussehen wie winzige Koniferen-Zapfen. Die mehr oder weniger aufrecht stehende Brutzelle wird ausschließlich mit dem Pollen von Glockenblumen (*Campanula*) gefüllt und mit Nektar zu einem mäßig feuchten Futterbrei vermischt. Während der Versorgungsphase ruht die Biene nachts und bei schlechtem Wetter kopfüber in der Zelle. Das Ei wird mit dem kaudalen Pol an den Vorrat geheftet. Mit kleinen Blattstückchen, die teilweise zu einer Art Mörtel zerkaut werden, wird die Zelle verdeckelt. Die Brutzellen liegen einzeln oder zu mehreren (bis zu 12) dicht beieinander.

Osmia xanthomelana

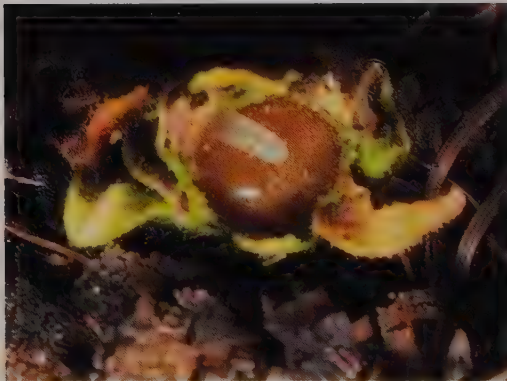
Über die Lebensweise der *O. xanthomelana* ist wiederholt berichtet worden. Ausführliche Beschreibungen finden sich bereits bei WATERHOUSE (1844) und später bei ENSLIN (1920). Diese hübsche Mauerbiene lebt vor allem in gebirgigen Gegenden, vereinzelt auch in der Ebene. Ihre Lehmzellen baut



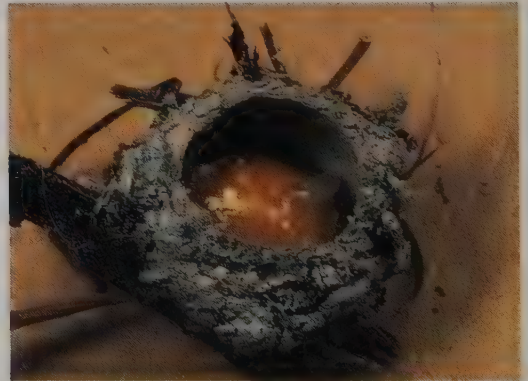
Etwa 1 cm hohe Brutzelle der Mauerbiene *Osmia mitis* unter einem Stein. Die Zelle besteht nur aus abgebissenen Laubblättern des Sonnenröschens (*Helianthemum nummularium*), die einzeln ineinander gesetzt sind.



Aus lehmigem Mörtel gefertigte, aufrecht stehende Brutzelle der Mauerbiene *Osmia xanthomelana*. Die Zelle befand sich unter einem alten Brett zwischen zusammengewehnten dünnen Grashalmen, die teilweise in die Wandung eingearbeitet wurden.



Blick von oben in eine Brutzelle von *Osmia mitis*. Der aus dem gleichen Material wie die Wandung bestehende Zellverschluss wurde entfernt. Der gelbe Pollenvorrat, in dem das Ei steckt, stammt ausschließlich von der Ährigen Glockenblume (*Campanula spicata*).



Blick in eine geöffnete Brutzelle von *Osmia xanthomelana* mit kugelförmigem Larvenproviand und Ei. Der eingetragene Pollen stammt vom Hufeisenklee (*Hippocrepis comosa*) und vom Hornklee (*Lotus corniculatus*).

O. xanthomelana meist zwischen trockenen Grasbüscheln oder im Genist von Nadelstreu. TRAUTMANN (1918) und ENSLIN (1920) fanden die Zellen auch in morschem, bereits zerfallenem Holz. Ich selbst entdeckte die noch im Bau befindlichen Brutzellen im Juni zwischen zusammengewehnten Heuresten unter einem trockenen Kuhfladen und unter einem Brett vor einem 1400 m hoch gelegenen Heustadel in

Graubünden (Schweiz), zu dem mich Steinmann geführt hatte.

Das lehmige Material für den Bau wird teils von weit hergeholt (250 m) und in Form kleiner Kugeln in den Mandibeln transportiert. Zunächst wird der Boden gefertigt, dann die Seitenwandung nach und nach hochgemörtelt, bis eine urnenförmige, oben aber noch offene Zelle entstanden ist. Auf der un-

bearbeiteten Außenseite kann man deutlich erkennen, daß sich die Zelle aus einzelnen Lehmbröckchen zusammensetzt, während die Innenseite geglättet ist. In die Zellwand wird bisweilen das Material der Umgebung, z.B. Holzmehl oder ein trockener Halm eingebaut. Man findet die Zellen einzeln oder zu mehreren miteinander verbunden. Sie hängen aber nur locker zusammen, da man sie leicht ohne Beschädigung voneinander trennen kann. Meist stehen sie aufrecht, manche liegen aber auch leicht geneigt. Die Zellen sind 13–18 mm hoch, der äußere Durchmesser beträgt an der dicksten Stelle 10–12 mm, die lichte Weite 8–9 mm.

Der Pollen, der überwiegend vom Hufeisenklee (*Hippocrepis comosa*) und vom Hornklee (*Lotus corniculatus*) stammt, wird mit etwas Nektar vermischt und zu einer mäßig feuchten Kugel geformt, die auf dem Boden der Zelle liegt. Einen Futterbrei mit »sirupartiger Konsistenz«, auf dem das Ei schwimmt, wie ENSLIN angibt, konnte ich nicht feststellen. Das Ei wird längs an den Futterbrei gelegt. Nach der Eiablage wird die Zellöffnung mit einem konkaven, außen sorgfältig geglätteten, etwa 1 mm dicken Deckel aus Lehm verschlossen. Nach dem Futterverzehr kotet die Larve und spinnt danach einen braunen, eiförmigen Kokon. Dessen Wandung ist sehr dünn, aber ausgesprochen reißfest. Bis zum Herbst sind die Bienen voll entwickelt, so daß die Überwinterung im Adultstadium erfolgt. Wenn die Tiere im Frühjahr schlüpfen, beißen sie zuerst ein Loch in den oberen Teil des Kokons und nagen sich nach außen durch, meist mitten durch den Zelldeckel. Die einmal von *O. xanthomelana* zur Nestanlage gewählten Stellen werden über Jahre hindurch beibehalten, so lange sie sich als günstig erweisen. Mehrere Weibchen arbeiten mitunter auf engem Raum beieinander, aber jedes für sich, ohne soziale Kontakte.

Osmia maritima

Die Biologie von *O. maritima* wurde ausführlich von HAESELER (1982a) behandelt. Diese Mauerbiene kommt in Deutschland fast ausschließlich im Küstenbereich der Nord- und Ostsee vor. Nur vereinzelt reichen ihre Vorkommen auch weiter ins Binnenland. Auf den Ostfriesischen Inseln, wo HAESELER die Art studiert hat, erscheinen die Männchen um den 10. Mai, etwa 5–7 Tage vor den Weibchen. Die Flugzeit der Männchen beträgt 4–5, die der Weibchen 7–8 Wochen. Die Überwinterung erfolgt als Imago im Kokon. Die Art hat demnach nur eine Generation im Jahr.

O. maritima nistet bevorzugt im Tertiärdünenbereich und zwar in südexponierten Abbruchkanten,

nie in horizontalen Sandflächen. Die Nester werden in Abschnitten mit Moos-, bzw. Grasbeständen angelegt. Das Weibchen gräbt 1,5–3 cm lange, leicht geneigte Stollen in den Dünsand. Das Ausschachten dauert nur selten länger als 10–15 min. Am Ende der Gänge werden je eine, bisweilen auch mehrere zylinderförmige Zellen angelegt. Sie werden aus mit Sand vermengten Blattstückchen zwischen abgestorbenen Wurzeln gefertigt, die in die Zellwänden eingearbeitet werden. Das Baumaterial gewinnt die Biene dadurch, daß sie von bestimmten Pflanzen kleine Stücke von Laubblättern abbeißt und zerkaut als Päckchen in den Mandibeln zum Nest transportiert. In den von HAESELER untersuchten Gebieten waren die Kleinblütige Nachtkerze (*Oenothera ammophila*) und das Hunds-Weilchen (*Viola canina*) die ausschließlichen Baustofflieferanten. Zum Bau einer Brutzelle braucht das Weibchen bei günstiger Witterung 5,5–6,5 h und im Mittel 22 Blattpäckchen. Zur Beschaffung des Baumaterials werden in der Regel auch über längere Zeit die gleichen Sammelplätze aufgesucht.

Als Pollenquellen der *O. maritima* dienen verschiedene, nicht näher miteinander verwandte Pflanzenarten, z.B. Hornklee (*Lotus corniculatus*) und Bibernell-Rose (*Rosa pimpinellifolia*). Zur Versorgung einer Brutzelle benötigen die Weibchen durchschnittlich 24 Sammelflüge.

Die Männchen von *O. maritima* patrouillieren an den Nestern, aber auch an den Pollenquellen der Weibchen. Die Flugbahnen werden von jeweils nur einem Männchen über mehrere Wochen beibehalten. Die Reviere werden auch gegenüber eindringenden Männchen der eigenen Art verteidigt.

Osmia anthocopoides

Über *O. anthocopoides* liegen aus dem europäischen Raum nur wenige Angaben zum Nestbauverhalten vor. Bereits GERSTÄCKER (1869) und SCHMIEDEKNECHT (1885) liefern genaue Beschreibungen der Nester. JOKER (1942) gibt einen kurzen, aber unvollständigen Bericht über die Grundzüge des Zellenbaus und die Komponenten fertiger Nester. TORKA (1913) beobachtete den Beginn der Wandkonstruktion einer einzelnen Zelle. AERTS (1949) beschreibt kurz das Verproviantierungsverhalten. In neuerer Zeit hat EICKWORT (1973, 1975a, 1975b) an einer im Staat New York (USA) adventiven (eingeschleppten) Population die Lebensgeschichte und das Nestbauverhalten im Detail analysiert.

O. anthocopoides fliegt von Anfang Juni bis Ende Juli vorwiegend an Felshängen und in Steinbrüchen. Die Nester sind Freibauten in rechtwinkligen

Vertiefungen von Steinblöcken und Felswänden. Alte Zellen, die noch genügend hart sind, werden wieder benutzt, bevor neue gebaut werden. Große Nester bestehen daher aus wieder benutzten und neuen Zellen. Ein Nest enthält 1–33, im Mittel 9 Zellen. Als Baumaterial dienen 3–4 mm große Steinchen und Mörtel, eine Mischung von trockener Erde (Sand, Lehm) mit Speichel. Steinchen und Erde werden von den Bienen an kahlen, trockenen Bodenstellen aufgenommen oder abgegraben. Diese »Steinbrüche«, die maximal 20 m weit vom Nest liegen, werden von den Mauerbienen wiederholt angeflogen. Das am Ort der Entnahme mit Speichel befeuchtete sandig-lehmige Baumaterial wird in Form kleiner Mörtelpäckchen im Flug zum Nest getragen. Steinchen werden einzeln, mit einer kleinen Menge Mörtel vermischt, in den Mandibeln befördert.

Jede Zelle besteht aus drei Teilen: (1) einer gemauerten Wand aus Steinchen, die mit Mörtel verbunden werden; (2) einer Mörtelschicht, mit der nur die Innenseite der Wand (aber nicht die Felsoberfläche, die Teil der Zelle ist) überzogen wird; (3) einer Mörtellippe als Fortsetzung dieser Beschichtung um die Zellöffnung herum. Diese Lippe ist das Rohmaterial für den Deckel, der nach Verproviantierung und Eiablage die Zelle verschließt. Der Bau der Zellen beginnt immer an ihrer Basis. Die Zellen werden nach ihrer Fertigstellung mit einer Mörtelschicht verputzt, unter der die Zellkonturen verborgen

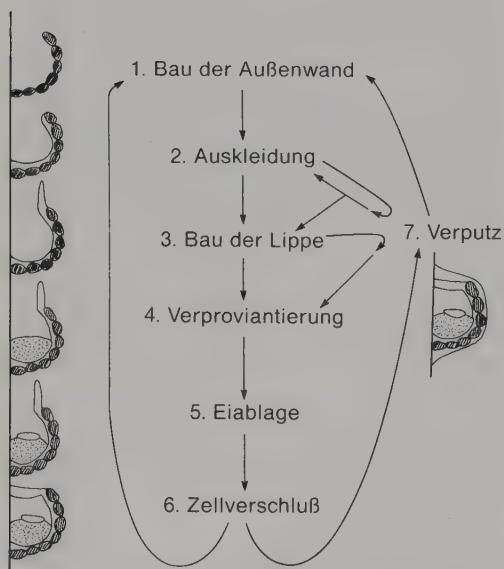
sind. Fertige Nester sind bemerkenswert hart und witterungsbeständig. Sie lassen sich nur schwer mit einem Messer öffnen und sind fest genug, im nächsten Jahr wieder benutzt zu werden, obwohl sie Sonne, Wind, Regen und Schnee ausgesetzt sind.

Das Eintragen des Larvenproviantes erfolgt in ähnlicher Weise wie bei der Mörtelbiene *Megachile parietina*. Der zähflüssige Futterbrei besteht bei *O. anthocopoides* allerdings ausschließlich aus dem Nektar und Pollen von Natterkopf (*Echium*) und füllt die Zelle etwa halb aus. Das Ei wird flach auf den Proviant gelegt. Unmittelbar nach der Eiablage wird die Zelle mit zwei Mörtelschichten von jeweils 1 mm Dicke verdeckelt. Für die erste Mörtelschicht (»Primärverschluss«) wird nur das Material der vor der Versorgung gebauten Lippe verwendet, während für die zweite neuer Mörtel aus dem »Steinbruch« herbeigeschafft wird. Erst wenn die letzte Zelle fertiggestellt ist, wird das ganze Nest mit einer äußeren Mörtelschicht bedeckt. Experimentell hat EICKWORT nachgewiesen, daß die Bienen während der Bauphasen Löcher in der Zellwand ausbessern, die Versorgung aber nicht unterbrechen, um Zellen zu reparieren.

Die Larve durchläuft während des Verzehrs mindestens 4 Stadien. Im letzten Larvenstadium wird ein zweischichtiger Kokon gesponnen, der dicht an den Zellwänden anliegt. Der Winter wird im Stadium der Ruhelarve überdauert.

Die Art ist im wesentlichen solitär. Doch konnte EICKWORT neben Nestern, die nur von einem Weibchen gebaut und versorgt wurden, auch Nistgemeinschaften mehrerer Weibchen feststellen. Diese kamen dadurch zustande, daß zu Beginn der Flugzeit zwei oder mehr Weibchen dasselbe vorjährige Nest in Besitz nahmen, die alten Brutzellen teilweise wieder instand setzten und zusätzlich eigene Zellen anlegten. Die Weibchen duldeten zwar die Anwesenheit anderer Weibchen am selben Nest, verteidigten ihre eigenen Zellen jedoch strikt gegen Nachbarweibchen. Auch bei dieser *Osmia*-Art wird also eine Zelle nur von einem Weibchen gebaut, versorgt, mit einem Ei belegt und verschlossen. Erst beim Auftragen der Mörtelschicht arbeiten mehrere Weibchen zusammen, indem sie gemeinsam eigene und fremde Zellen mit Mörtel überziehen. Liegen die Nester dicht beieinander, eignen sich Weibchen häufig von anderen Weibchen gebaute Nester an, indem sie frisch verschlossene Zellen öffnen und das Ei der Erbauerin durch ihr eigenes ersetzen oder indem sie Weibchen beim Zellenbau vertreiben (EICKWORT 1975b).

Die Männchen von *O. anthocopoides* patrouillieren Territorien, die sie gegen Männchen der eigenen



Phasen des Baus einer Brutzelle bei der Mauerbiene *Osmia anthocopoides* (nach EICKWORT 1975a).



Etwa 10 cm langes Mörtelnest der Mauerbiene *Osmia lepeletieri* in der kantigen Vertiefung eines Bruchsteines an einem alpinen Heustadel. Die offenen Brutzellen, die zeigen, daß einige Individuen bereits geschlüpft sind, werden ausgebessert und wieder benutzt.



Ein Weibchen der Mauerbiene *Osmia ravouxi* beim Verschuß einer Brutzelle. Das Nest wird - ähnlich wie bei *Osmia anthocopoides* - bevorzugt in einer kantigen Vertiefung eines Felsbrockens angelegt und besteht aus lehmigem Mörtel und kleinen Steinchen.

Art verteidigen (EICKWORT 1977). Das Territorium besteht aus einer blühenden Natterkopf-Pflanze, der einzigen Nahrungsquelle der Weibchen, sowie aus Steinen oder kahlen Bodenstellen als Rastplätze. Dominante Revierinhaber verjagen Eindringlinge, dabei kommt es oft zu einem kurzen Zweikampf. Die Weibchen verpaaren sich nur einmal bald nach dem Schlüpfen beim Besuch der Natterkopf-Blüten.

Die mit *O. adunca* nah verwandten Mauerbienen *O. lepeletieri*, *O. loti* und *O. ravouxi* zeigen in der Wahl des Nistplatzes und beim Nestbau zwar mancherlei Übereinstimmungen, in einigen Punkten (z.B. Zusammensetzung und Verarbeitung des Baumaterials, Bau eines Verschußdeckels) gibt es jedoch deutliche Unterschiede.

Osmia brevicornis

Obwohl *O. brevicornis* wie weiter oben besprochene *Osmia*-Arten in vorgefundenen Hohlräumen, insbesondere Käferfraßgängen in totem Holz nistet, soll sie doch als letzte dieser Gattung besprochen werden, da sie einen Nestbau aufweist, der bisher einzigartig unter den europäischen Bienen, insbesondere den Megachiliden ist. TKALCŮ (1966) hatte



Nest der Mauerbiene *Osmia brevicornis* in einem Bambusröhrchen. Eine Unterteilung in einzelne Brutzellen durch Querwände gibt es bei dieser Art nicht. Der hellgelbe Pollenvorrat, in den die hier nicht sichtbaren Eier abgelegt werden, stammt ausschließlich von Kreuzblütlern.



Die Larven von *Osmia brevicornis* verzehren den Proviant gemeinschaftlich, verpuppen sich aber einzeln.



Zwei Kokons von *Osmia brevicornis* zwischen Pollenresten und Larvenexkrementen.

aufgrund ihrer von anderen Osmien abweichenden Morphologie eine eigene Gattung *Metallinella* aufgestellt. Diese Sonderstellung wird nun auch durch die Biologie, v.a. durch das stark abgeleitete Nestbauverhalten untermauert.

Problemlos nimmt die Art künstliche Nisthilfen an, mit Hilfe derer man ihren Nestbau besser studieren kann. Die Hauptnistaktivität fällt in den Monat Mai, einzelne Weibchen bauen aber bis etwa Mitte Juni, vor allem wenn der Frühling eine wechselhafte Witterung hat. Die Art hat nur eine Generation, wobei die Männchen schwach proterandrisch sind.

RADCHENKO (1978) hat als erster den eigenartigen Nestbau beschrieben. Sowohl BRECHTEL (1986) als auch ich selbst konnten die Beobachtungen dieses russischen Autors bestätigen und erweitern. Das Besondere an *O. brevicornis* ist, daß die röhrenartigen Hohlräume durchgehend mit Pollen gefüllt werden. Es werden also keine Zellzwischenwände gebaut. Nach und nach wird hellgelber Pollen eingetragen, der bei dieser Art ausschließlich von Kreuzblütlern (Brassicaceae) stammt (WESTRICH & SCHMIDT 1987). Bevorzugt werden großblütige Formen wie Kohl (*Brassica*), Silberblatt (*Lunaria*), Goldlack (*Cheiranthus*) und ganz besonders gern Schöterich (*Erysimum*). Kleinblütige Formen wie Steinkraut (*Alyssum*) werden trotz reichlicher Blüte offensichtlich nicht genutzt. Der Proviant ist peripher fast staubtrocken, median aber mit Nektar befeuchtet. Die Eier werden in diesen medianen Bereich des Vorrats gelegt.

Je nach zur Verfügung stehendem Raum sind die Nester unterschiedlich lang und enthalten eine unterschiedliche Zahl an Larven. BRECHTEL fand Nester von 5,6 bzw. 7,2 cm Länge mit 8 bzw. 10 Larven. Das größte von mir untersuchte Nest war 19 cm lang und enthielt 23 Larven. Ob die Eier in kleine Aushöhlungen im Vorrat gelegt werden, ist mir bisher nicht bekannt. Nach dem Schlüpfen fressen die Larven gemeinsam von dem sie umgebenden Pollenvorrat. Nach einigen Tagen beginnen sie mit der Kotabgabe in Form kleiner Kotbällchen und spinnen sich ein. Die Kokons liegen dicht gedrängt längs oder quer in der Niströhre. Die Überwinterung erfolgt als Imago.

Nach außen wird das Nest mit einem Propfen aus grünem Pflanzenmörtel verschlossen. Der Nestverschluß grenzt in der Regel unmittelbar an den Vorrat und ähnelt dem von *O. caerulea*, ist aber mit 9–14 mm dicker als die Verschlüsse dieser Art. Er schließt auch nicht mit dem Eingang ab, sondern wird 10–17 mm tief im Ganginnern gebaut.

Nach dem Einspinnen können zwischen den Kokons Hunderte von Eiern und Jugendstadien von

Milben unbekannter Art beobachtet werden. Sie ernähren sich offensichtlich von den Pollenresten und dem Kot, fressen aber auch die Larven oder frischen Puppen, wenn ein Kokon gezielt geöffnet wurde. Im Frühjahr hängen die Männchen der *O. brevicornis* im Bereich des Propodeums voll mit Milben, die auf diesem Wege wieder in andere Nester transportiert werden. Vermutlich handelt es sich bei der noch nicht identifizierten Milbe um einen Kommensalen, der aber regelmäßig in den Nestern dieser Bienenart lebt.

3.2.26 Lithurgus, Steinbienen

Die Gattung *Lithurgus* kommt zwar im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland nicht vor, da sie aber aus Österreich und der Schweiz bekannt ist, sei hier ihre Lebensweise der Vollständigkeit halber knapp umrissen.

Steinbienen sind Sommerformen, die in einer Generation im Juli und August fliegen. Man trifft sie vor allem auf blühenden Disteln (*Carduus*, *Cirsium*, *Onopordum*) und Flockenblumen (*Centaurea*) an, auf die sie offensichtlich spezialisiert sind.

Über den Nestbau der Steinbienen liegen vergleichsweise wenige Beobachtungen vor, die MALYSHEV (1930b) zusammengefaßt und mit eigenen Angaben über *L. fuscipennis* ergänzt hat. Die beiden mitteleuropäischen Arten *L. chrysurus* und *L. fuscipennis* sind Holzbewohner, die in abgestorbenem Holz ihre Nestgänge nagen. Das alte Mutternest wird bisweilen wiederbenutzt, wobei die Gänge von Holzmehl, Kokonresten, Larvenexkrementen und dergleichen gereinigt und anschließend vertieft werden. Am Ende eines Hauptganges gehen fingerförmig einzelne Seitengänge ab, die je eine Brutzelle enthalten.

Nestbau und Larvenentwicklung von *L. fuscipennis* verlaufen etwa folgendermaßen: Der ziemlich trockene Larvenproviant wird im hintersten Teil des Seitenganges festgestampft. Nachdem ein Viertel oder ein Fünftel des für die Larve nötigen Futtervorrats eingetragen ist, richtet das Weibchen die Vorderseite des Proviantes zu einer konkaven Fläche her; ihre Ränder werden im Bereich der Gangwände geglättet. Auf die untere Wand legt die Biene ihr Ei ab. Erst dann trägt sie den übrigen, größeren Teil des Larvenfutters ein. Die Verproviantierung der Brutzelle wird also unterbrochen. Die Eiablage erfolgt demnach nicht erst nach dem vollständigen Aufspeichern des Futters, wie dies bei den meisten anderen Bienen die Regel ist. Ein Hohlraum vor dem Futtervorrat ist nicht vorhanden, vielmehr

wird der aus Holzspänen bestehende Verschluß des Seitenganges dicht am Futter angebracht. Lediglich das Ei liegt in einer Art Kammer, die aber von allen Seiten mit einer nektarfeuchten Pollenschicht ausgekleidet ist.

Die Larve frißt 3–4 Wochen vom Vorrat und gibt ihre Exkremente bereits während des Wachstums ab. Nachdem die Ernährung zu Ende ist, räumt die Larve ihre Zelle auf und stapelt die Exkremente zusammen mit kleinen Holzstückchen am vorderen und hinteren Ende der Zelle. Sie spinnt danach einen ziemlich zarten, bräunlichen, halbdurchsichtigen Kokon, der die ganze Zelle auskleidet. Die Überwinterung erfolgt als Ruhelarve.

In einem Seitengang finden sich gelegentlich zwei Brutzellen, die nicht durch eine Wand aus Holzmehl voneinander getrennt sind, sondern deren Proviant unmittelbar ineinander übergehen. In solch einer Doppelzelle gibt es zwei Eikammern, zwischen denen lediglich das verschmolzene Futterpaket liegt.

3.2.27 Megachile, Blattschneider- und Mörtelbienen

Die Vertreter der Gattung *Megachile* sind Sommerformen, die von Juni bis in den Herbst meist in einer, bei wenigen Arten auch in zwei Generationen fliegen. Beim Blütenbesuch sind *Megachile*-Arten im allgemeinen nicht besonders wählerisch. Einige Arten zeigen jedoch in der Wahl ihrer Pollenquellen eine Vorliebe für bestimmte Pflanzen. So bevorzugen *M. lapponica* Weidenröschen (*Epilobium*), *M. nigriventris* und *M. ericetorum* Schmetterlingsblütler (Fabaceae). *M. parietina* besucht hauptsächlich bestimmte Lippenblütler (Lamiaceae) und Schmetterlingsblütler (Fabaceae). *Megachile*-Arten finden wir auf Waldlichtungen, an Waldrändern und in verschiedenen Lebensräumen des Offenlands; einige Arten kommen auch im Siedlungsbereich vor.

Blattschneiderbienen

Die Biologie der Blattschneiderbienen, zu denen die meisten *Megachile*-Arten gehören, ist seit RÉAUMUR (1748) in vielen Arbeiten behandelt worden. Speziell mit dem Mechanismus des Blattschneidens haben sich z.B. ALTEVOGT (1955), SCHREMMER (1954) und HASENKAMP (1974) beschäftigt.

In Bezug auf den Nistplatz haben einige Arten speziellere Ansprüche: *M. maritima*, *M. analis* und *M. leachella* nisten bevorzugt im Sand, letztere vor allem im Flugsand, *M. pilidens* und *M. pyrenaea* unter Steinen, *M. nigriventris* in morschem Holz.



Laubblätter der Heckenrose (*Rosa canina*) mit länglichem und rundlichem Ausschnitt, verursacht durch die Blattschneiderbiene *Megachile versicolor*.



Die Blattschneiderbiene *Megachile willughbiella* schlüpft mit einem länglichen Blattausschnitt der Heckenrose in einen Hohlraum eines Strangfalzziegels.



Megachile willughbiella verschließt den Nestgang mit einem runden Blattausschnitt.

Allgemein sind die Blattschneiderbienen jedoch recht flexibel in der Wahl ihrer Nistplätze. So nistet *M. willughbiella* nicht nur in morschem Holz, sondern auch in verlassenen Nestern von Pelzbienen (*Anthophora*) oder in Bohrgängen künstlicher Nisthilfen. *M. centuncularis* nistet sowohl im Boden, unter flachen Steinen, in Mauerfugen, in morschem Holz und in hohlen Pflanzenstengeln. *M. maritima* gräbt selbst ihre Niströhre in der Erde. Die Männchen schlafen in allerlei Hohlräumen, während zumindest ein Teil der Weibchen in der eigenen Niströhre ruht.

Als Baumaterial werden meist härtere, manchmal auch weichere Laubblätter verwendet. Von *M. maritima* sind allein 32 Pflanzenarten als Baustofflieferanten bekannt. Bisweilen werden auch Blütenblätter verwendet (z. B. von *M. rotundata*, *M. leachella*). Vor allem *M. rotundata* verwendet vorwiegend »weiche« Blätter, vor allem von krautigen Pflanzen.

Der Nestbau ist bei allen blattschneidenden *Megachile*-Arten annähernd gleich. Es sind in der Regel Linienbauten, bei denen bis zu 15 Zellen dicht hintereinander liegen, wobei der Deckel einer Zelle zugleich den Boden der nächsten Zelle bildet. HASENKAMP (1974) beschreibt eine Brutzelle von *M. maritima* folgendermaßen: »Die Brutzelle war in sehr regelmäßiger Weise aufgebaut. In das Ende des Ganges war ein rundes Blattstück eingepaßt, an welches sich zwei Lagen von je drei, am unteren Ende umgebogenen, ovalen Stücken anschmiegen. Die Ovale waren so gelegt, daß sie sich überlappten und jeweils eine Lage die Nahtstellen der vorhergehenden überdeckte. Vor dem Einbau der dritten, »unvollständigen« Wandschicht (nur zwei Ovale) hatte die Biene mit einem runden Blattstück den Zellboden verstärkt. Darauf folgten noch zwei Schichten von je drei Ovalen mit jeweils einem runden Boden. Die innerste Auskleidung bestand aus drei Ovalen und einem Bodenteil, welches als letztes Element der fingerhutförmigen Zellen eingepaßt worden war.«

Bei den Brutzellen herrscht der spiralförmige Einbau der Blattstücke vor. In hohlen Pflanzenstengeln wird zwischen die letzte Brutzelle und den Nesteingang ein Propfen aus zahlreichen meist runden Blattstücken gebaut, die locker, teils schräg oder quergestellt im Gang liegen. Bei *M. leachella* enthielt solch ein Verschußpropfen 75 Blattstückchen (HASENKAMP).

Beim Anflug auf das Blatt orientiert sich die Biene optisch und landet dann gewöhnlich auf dem Blattrand. Das Schneiden ovaler und runder Blattstücke verläuft nach HASENKAMP sehr ähnlich. Es wird von drei Faktoren gesteuert: der Beinbewe-



Intakte und geöffnete Brutzelle von *Megachile willughbiella*. Der rote Pollen des Larvenproviantes stammt vom Wald-Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*).



Nest der Blattschneiderbiene *Megachile versicolor* in einer dünnen Königskerze (*Verbascum*). Der Nestverschluß besteht aus zahlreichen rundlichen Blattstücken.



Geöffnete Brutzelle mit junger Larve von *Megachile versicolor*, die bereits von dem Proviant gefressen hat.



Brutzellen der Blattschneiderbiene *Megachile circumcincta* im sandigen Substrat unter der Betonplatte einer Terrasse.

gung, der Schneideleistung der Mandibeln und der Kopfstellung. »Da die Beinbewegungen abhängig sind von der Geschwindigkeit, mit der die Mandibeln schneiden, die Mandibeln aber nicht schneller schneiden können, als die Beine das Blatt aufrollen und nachrücken, stehen diese beiden Faktoren in Wechselwirkung zueinander. Mechanische Eigenschaften des Blattes wie z. B. Härte und Elastizität wirken auf diesen Regelkreis ein. Die Kopfstellung der Biene hat sich als sehr variabel erwiesen. Schon durch geringfügige Änderung der Kopfhaltung kann die Biene die Form des Schnittes verändern.« Beim Halten und Führen des geschnittenen Blattes haben vermutlich die Tarsen und Endklauen eine besondere Funktion. Ein Haar auf den Klauen dient wahrscheinlich als Tasthaar bei der Bestimmung der Schnittform. Nachdem die Biene geschnitten hat, fliegt sie davon, das Blattstück mit allen Beinen und den Mandibeln haltend. Nach dem Schneiden ruhen sich die Bienen oft auch auf einem besonnten Platz aus, während sie auf dem Blattstückchen sitzen.

Die Entfernung zwischen Nest und Schneideplatz kann z. B. bei *M. centuncularis* 100 m betragen. HASENKAMP beobachtete *M. centuncularis* und *M. rotundata* beim Schneiden nur im Innern oder an tief-sitzenden Trieben ihrer Blattlieferanten. Die Schnitthöhen lagen zwischen 60 cm und 1,8 m Höhe.

Der Larvenproviant der Blattschneiderbienen enthält sehr viel Nektar und ist daher zähflüssig. Die Verwendung der Blattstücke verhindert die Austrocknung des Futters während der larvalen Wachstumsphase. In geöffneten Zellen, in denen der



Geöffnete Brutzelle von *Megachile circumcincta*.

Vorrat ausgetrocknet ist, kommen die Larven nicht zur Entwicklung. Nach Abschluß ihres Wachstums spinnen die Larven einen rotbraunen Kokon. Diesen Außenwand enthält Reste des Nahrungsvorrats und Kotkörnchen.

Zu den Blattschneiderbienen gehört auch einer der weltweit wichtigsten Bestäuber der Luzerne (Alfalfa), die Alfalfa-Biene *M. rotundata*. Diese Art dürfte zweifellos die am besten untersuchte Wildbiene sein. Sie nistet in vorhandenen Hohlräumen und nimmt Nisthilfen in Form von Bambus- oder Pappröhrchen oder Bohrgänge in Holzblöcken bereitwillig an. Auf diese Weise wird sie in einigen Ländern, insbesondere den USA in riesigen Mengen gezüchtet und zu Bestäubungszwecken in Luzernekulturen eingesetzt.

Mörtelbienen

Mörtelbienen, die von einigen Autoren auch als eigene Gattung *Chalicodoma* aufgefaßt werden, unterscheiden sich von den Blattschneiderbienen hinsichtlich der Lebensweise dadurch, daß die Weibchen zum Bau ihrer Nester mineralisches Material (Sand, Lehm, Steinchen), bisweilen auch zusätzlich oder (bei außereuropäischen Arten) ausschließlich Harz verwenden.



Die fertigen Nester der Mörtelbiene *Megachile parietina* ähneln an einen Stein geworfenen und dort angetrockneten Lehmklumpen.

Bereits RÉAUMUR (1748) und SCHAEFFER (1764) haben das Leben der Mörtelbiene (Maurerbiene) *Megachile* (*Chalicodoma*) *parietina* in Wort und Bild geschildert. Durch zahlreiche weitere Autoren wurden deren Beobachtungen bestätigt und ergänzt (u. a. FABRE 1879–1886, LAMPERT 1886, FREY-GESSNER 1897, STROJNY 1963, 1975). SCHREMMER (1960) hat das Nestbauverhalten gefilmt.

Als Nistplatz wählt die Mörtelbiene meist die Süd- oder Ostseite von Steinen, deren raue Oberfläche ein festes Anhaften des Nestes ermöglicht. Wir finden daher die Nester v. a. an Findlingen (erratische Blöcke), an Felswänden und an Mauern (auch von Gebäuden). Unter günstigen Bedingungen liegen die Nester in größerer Zahl dicht beieinander.

Das Baumaterial wird meist in unmittelbarer Nähe der Nester auf Wegen oder an offenen Bodenstellen beschafft. Das Sammeln des sandig-lehmigen Materials geschieht mit den Mundwerkzeugen und mit den Vorderbeinen. Das trockene Baumaterial wird während des Sammelvorgangs von der Mörtelbiene mit Speichel zu einer zähbreiigen Masse vermischt und zu kugelligen Klümpchen geformt. Bevor sie zum Nest zurückfliegt, umkreist sie den Sammel-

platz einige Male, um sich zu orientieren, denn einzelne Bienen kommen über Tage hinweg zum gleichen Sammelplatz zurück.

Die Brutzellen werden an vertikale Steinflächen so angemauert, daß die Steinunterlage als Rückwand dient, aber nicht mit Mörtel beschichtet wird. Die Zellen sind meist vertikal orientiert, bisweilen aber auch leicht geneigt. Beim Bauen der Zelle mauert die Biene am Rand der Zelle nach oben fortschreitend eine Lage Mörtel über die andere. Vor oder während des Mörtelns wird das Baumaterial zusätzlich mit Speichel befeuchtet. In den feinen Mörtel werden Steinchen eingebaut. Die fingerhutartige Zelle ist außen grob strukturiert, innen aber fein geglättet.

Wenn die Zellwände hochgemauert sind, beginnt die Verproviantierung. Hierzu besucht die Mörtelbiene verschiedene Pflanzen, wobei sie Schmetterlingsblütler und Lippenblütler bevorzugt. In der Regel sammelt sie gleichzeitig Nektar und Pollen. Bei der Rückkehr zum Nest erfolgt das Eintragen der Blütenprodukte immer in zwei Arbeitsgängen in der gleichen Reihenfolge. Zuerst kriecht die Biene mit dem Kopf voran in die Zelle und erbricht den im Kropf mitgebrachten Nektar. In dieser Haltung ist



der Pollen in der Bauchbürste zu sehen. Nach der Nektarabgabe kommt die Biene heraus, dreht sich sofort um und schiebt ihren Hinterleib in die Zelle. Nach den ersten Sammelflügen kriecht sie dabei soweit in die Zelle hinein, daß nur noch der Kopf und die Vordertarsen zu sehen sind. Die auf dem Rücken zusammengelegten Flügel werden mit in die Zelle gesteckt. Mit den Hinterbeinen wird nun der Pollen von der Bauchbürste abgestreift. Die Biene fliegt danach meist sofort wieder weg. Ein Blick in die Zelle zeigt, daß der trockene Pollen auf dem zähflüssigen Vorrat liegt. Wenn sich die Biene nach der Nektarabgabe umdreht, sieht man in der Behaarung der Stirn und des Kopfschildes (Clypeus) Pollen, der vorher dort nicht vorhanden war. Vermutlich vermischt die Biene bei oder nach der Nektarabgabe den Pollen des vorausgegangenen Sammelzugs mit dem bereits vorhandenen Vorrat.

Ist die Zelle etwa zur Hälfte oder zu zwei Dritteln mit dem nektarreichen Nahrungsbrei gefüllt, findet die Eiablage statt. Diese ist in bemerkenswerter Weise mit dem Verschließen der Brutzelle gekoppelt. Die Biene sammelt in reichlicher Menge Baumaterial, das sie mit Speichel vermischt und zu einem kugelartigen Mörtelballen formt. Zum Nest zurückgekommen, kriecht sie sofort mit dem Abdomen voran in die Zelle, wobei sie die Mörtelkugel zwischen den Mandibeln hält. Sofort nach der Ablage des weißlich-glänzenden Eies dreht sich die Biene um und verschließt die Zelle. Hierzu fertigt sie mit dem mitgebrachten Mörtel 1–2 mm unterhalb des Zellrandes einen dünnen Deckel (Primärverdeckung). Anschließend holt die Biene weiteres Baumaterial und verfüllt den Raum über dem Deckel mit Mörtel (Sekundärverdeckung). Vom Baubeginn bis zur Verdeckung braucht die Biene durchschnittlich 4 Tage, bisweilen schafft sie es auch in 2

Tagen, kann aber bei ungünstiger Witterung auch 6 Tage benötigen.

Neue Zellen werden unmittelbar an die bereits fertigen angemauert. Zwischendurch verstärkt das Weibchen einzelne Zellen mit Außenputz. Zuletzt werden die bis zu 16 Zellen mit einer dicken Mörtelschicht »verputzt«. Der ganze Komplex gleicht nun einem halbkugeligen, an den Stein geworfenen und da angetrockneten Erdklumpen und verrät nur Kennern, daß es sich dabei um das Nest einer Biene handelt. Daher wird es auch oft übersehen oder nicht als solches erkannt. LAMPERT (1886) berichtet von einem Bahnhofsvorstand, der in einer »ästhetischen« Anwandlung sein Bahnhofsgebäude von »diesen hässlichen Anwürfen« reinigen ließ.

Die Nester zeigen eine erstaunliche Festigkeit. Welches Bindematerial im Speichel der Mörtelbiene das feinkörnige Baumaterial zu einer derart steinharten Konsistenz verbacken läßt, ist noch nicht geklärt. GOTSCH & STEINMANN (1968) haben lediglich mechanische Festigkeitsmessungen durchgeführt, sich aber nicht zur Chemie des Bindematerials geäußert. Zur Loslösung eines Nestes bedarf es jedenfalls grober Werkzeuge, so fest haftet es auf dem Untergrund.

M. parietina überwintert normalerweise als Imago, was ich selbst durch Kontrolle einiger Nester belegen konnte. Wie bei vielen anderen Stechimmen gibt es selbstverständlich auch Individuen, die als Ruhelarven in Diapause gehen und als sogenannte Überlieger sich erst im folgenden Jahr zur Imago weiterentwickeln. Erst im Frühjahr, etwa Mitte Mai bis Anfang Juni verlassen die adulten Tiere ihre Brutzelle, indem sie sich durch die trockene Mörtelschicht nach außen durchnagen. Das Flugloch hat ca. 8 mm Durchmesser. Alte Brutzellen werden bisweilen gereinigt und wieder benutzt, was Zeit, Energie und Material spart. Bei der Wiederverwendung alter Nester entfällt auch das sehr zeitaufwendige Anbringen des Außenverputzes. Allerdings werden alte Nester von *M. parietina* auch von anderen Stechimmen als »Nachmieter« genutzt, z.B. von den Mauerbienen *Osmia adunca* und *O. mustelina*.

M. ericetorum baut ihre zylindrischen Zellen in Fugen von Fachwerk, im Boden oder in Steilwänden in alten Biennestern, z.B. der Pelzbiene *Anthophora plagiata*. Als Baumaterial dienen mineralische Stoffe (Sand, Lehm). Die Außenwände der Zellen sind unregelmäßig und lassen fast immer die Lehmkügelchen erkennen, die die Biene herbeigetragen hat. Innen sind die Zellen etwa 1/2 mm dick mit Harz ausgekleidet und glatt. Bei den meist linear angeordneten Zellen ist der Deckel einer Zelle zugleich der Boden der nächstfolgenden.

Oben links: Die Mörtelbiene *Megachile parietina* beim Glätten der Wandung ihrer zweiten Brutzelle.

Oben rechts: Nektarabgabe. Der leuchtend gelbe Pollen in der Bauchbürste stammt von der Futter-Esparsette (*Onobrychis viciifolia*).

Mitte links: Die Mörtelbiene ist rückwärts in die Zelle geschlüpft, um den Pollen abzubürsten.

Mitte rechts: *Megachile parietina* bei der Eiablage.

Beachte: Die Mörtelbiene hält den für die Primärverdeckung benötigten Mörtel in ihren Mandibeln.

Unten links: Verdeckeln der Brutzelle unmittelbar nach der Eiablage.

Unten rechts: Beim »Verputzen« der Brutzellen.

Als Kuckucksbienen treten bei *Megachile* in erster Linie verschiedene Kegelbienen (*Coelioxys*) auf, bei *M. parietina* leben Zweizahnbienen (*Dioxys*) und die Dusterbiene *Stelis nasuta*.

3.2.28 *Dioxys*, Zweizahnbienen

Die beiden mitteleuropäischen Zweizahnbienen *Dioxys tridentata* und *D. cincta* fliegen im Juni und Juli in einer Generation. Nur vereinzelt besuchen sie Blüten und halten sich meist an Felswänden oder Felsschutthalde auf, wo ihre Wirte nisten.

Die *Dioxys*-Arten sind Kuckucksbienen und leben Brutparasitisch bei anderen Megachiliden. Über ihre Biologie ist nur wenig bekannt. FRIESE (1923:396) fand im Herbst die eingesponnenen Larven der *D. cincta* in ihrem undurchsichtigen Kokon in den Zellen der Mörtelbiene *Megachile parietina*. Der Kokon war glatter und fester als bei *Coelioxys rufescens* und entbehrte der lockeren, außen anhängenden Gespinsthülle. Am 11. April waren noch weiße Larven in den Zellen und Anfang Mai waren die Tiere vollkommen ausgebildet und flugfähig.

Die Biologie der nordamerikanischen *Dioxys pomonae* haben ROZEN & FAVREAU (1967) behandelt. Diese Art parasitiert bei der im Boden nistenden Mauerbiene *Osmia nigrobarbata*. Die Weibchen fliegen gemächlich und dicht über der Erdoberfläche. Zwischendurch landen die Bienen und putzen ihre Flügel und Fühler. Hin und wieder schlüpft die *Dioxys* auch in ein Wirtsnest hinein, das sie binnen einer halben Minute wieder verläßt. Das Ei wird offensichtlich in der Weise abgelegt, daß die Kuckucksbiene mit ihrem letzten Hinterleibssegment einen Schlitz in den noch mörtelweichen Zelldeckel macht und das Ei entweder direkt auf den Larvenproviant oder an das Wirtsei legt. Die *Dioxys*-Larve hat während der ersten drei Larvenstadien scharfe Mandibeln. Mit diesen durchbohrt sie entweder die Haut des Wirtseies oder der jungen Wirtslarven. Vier Larvenstadien wurden von dieser *Dioxys*-Art bekannt. Der Beginn der Kotabgabe liegt im vierten Larvalstadium, bevor das Futter vollständig aufgezehrt ist. Die dünne Außenschicht des Kokons besteht aus sehr lockeren, seidigen Fasern, an denen einige der Kotbällchen haften. Die Kotabgabe ist beendet, bevor die nächste, schwarze Kokonschicht gelegt wird. Der fertige Kokon hat an seinem Vorderende ein deutliches Zäpfchen, das MICHELI (1936) auch beim Kokon der *D. cincta* festgestellt hat.

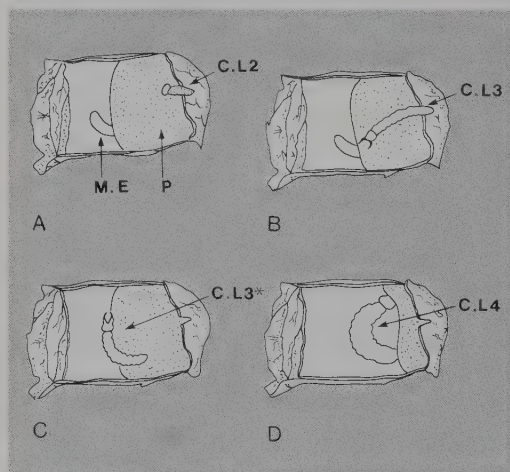
Hauptwirte von *D. tridentata* sind die Mörtelbiene *Megachile parietina*, die Mauerbiene *Osmia*

anthocopoides und die Blattschneiderbiene *Megachile leachella*. *D. cincta* schmarotzt vor allem bei den Mörtelbienen *Megachile parietina*, *M. pyrenaica* (Schweiz) und *M. sicula* (Südeuropa), vermutlich auch noch bei anderen Megachiliden, insbesondere *Osmia*-Arten.

3.2.29 *Coelioxys*, Kegelbienen

Alle Arten der Gattung *Coelioxys* fliegen im Hochsommer und haben durchweg nur eine Generation, wenn auch nicht ganz auszuschließen ist, daß solche Arten in einer partiellen 2. Generation auftreten können, deren Wirte ebenfalls 2 Generationen haben. In ihrem Blütenbesuch, der nur der Eigenversorgung dient, sind Kegelbienen nicht wählerisch. Wenn auch zweifelsfrei feststeht, daß alle *Coelioxys*-Arten Kuckucksbienen sind und Brutparasitisch bei Bienen der verschiedensten Gattungen (v. a. *Megachile*, *Osmia* und *Anthophora*) leben, so sind doch Einzelheiten ihrer Biologie kaum bekannt und oft widersprüchlich, besonders hinsichtlich der Larvenentwicklung.

Die Biologie von *C. rufocaudata* haben CARRÉ & PY (1981) in Frankreich näher untersucht. Die Art ist ein Brutparasit der Blattschneiderbiene *Megachile rotundata*. Die Autoren fassen ihre Ergebnisse folgendermaßen zusammen: »Während der Aufzucht auf einem Luzernfeld in Lusignan war *Coelioxys* im Jahr 1980 vom 17. Juli bis zum 22. Septem-



Entwicklung der Larvenstadien L2, L3 und L4 der Kegelbiene *Coelioxys rufocaudata* (C) in der Zelle der Blattschneiderbiene *Megachile rotundata* (M). E = Wirtsei. L3* = drittes Larvenstadium nach der Vernichtung des Wirtes. P = Larvenproviant (nach CARRÉ & PY 1981).

ber aktiv. Es gab keine zweite Generation. Mehrere Weibchen können in dieselbe Zelle Eier legen (1–4 Eier). Das Weibchen durchbohrt vor der Eiablage die Pollenvorräte und die Blatthülle. Der rückwärtige Teil des Eies ragt aus der Zelle nach aussen hervor und der kephale Pol (Kopfpol, der Verfasser) steht mit dem Pollen in Berührung. Um die Eiablage auszulösen, ist eine Pollenschicht von 2–3 mm Dicke erforderlich. Sobald die Zellen fertig versorgt sind, werden keine Eier mehr abgelegt. Die Inkubationszeit bis zum Schlüpfen der Larve dauert bei 24 °C drei Tage. Die Entwicklung bis zum Spinnen des Kokons durchläuft fünf Larvenstadien und dauert 11–16 Tage. Die beiden ersten Stadien bleiben mit dem Chorion (Eihaut, der Verfasser) in Verbindung und bewegen sich geringfügig in die Mitte der Pollenmasse. 6–7 Tage nach dem Auschlüpfen verläßt die Larve des dritten Stadiums das Chorion und taucht an der Oberfläche auf. Ihre prognathe Kopfkapsel ist mit sehr starken Mandibeln ausgestattet, die beim Weibchen länger sind. Diese Larve frißt den Wirt im Stadium der fortgeschrittenen Eientwicklung oder der jungen Larve. Das 4. und das 5. Larvenstadium zeigen eine stärker für Megachilidae spezifische Morphologie mit starker Anpassung an eine Pollenernährung. Am Ende des fünften Stadiums erfolgt das Spinnen des Kokons. Das Vorhandensein einer Kopfkapsel des 3. Stadiums, die aus dem Kokon herausragt und die gröbere Textur der apicalen Partie des Kokons gestatten im allgemeinen die Unterscheidung der Zelle des Parasiten von der seines Wirtes. Die Diapause erfolgt im praenymphen Stadium (als Ruhelarve, der Verfasser) wie bei dem Wirt. «

Berücksichtigt man die Arbeiten von FERTON (1896, 1897a), GRAENICHER (1927), IWATA (1939), BAKER (1971) sowie von Wafa & MAZEED (1973), darf man annehmen, daß andere heimische *Coelioxys*-Arten eine ähnliche Biologie und Larvenentwicklung wie *C. rufocaudata* aufweisen. Für *Coelioxys* typisch ist demnach, daß sie vor der Eiablage mit ihrem zugespitzten Abdomenende Pollenvorrat und Blatthülle durchstößt, während das Wirtsweibchen gerade abwesend ist und sich auf einem Pollensammelflug befindet. Desweiteren ist bemerkenswert, daß das 3. Larvenstadium riesige, spitze Mandibeln hat, mit denen das Wirtsei, die Wirtslarve oder andere *Coelioxys*-Larven getötet werden. Außerdem ist im 3., 4. und 5. Larvenstadium ein Sexualdimorphismus festzustellen, der vor allem in der Morphologie der Kopfkapsel und der Mundwerkzeuge zum Ausdruck kommt.

Der größte Teil der Wirte wird den einzelnen *Coelioxys*-Arten durch übereinstimmende Beobachtun-

gen zugeschrieben. Durch Zuchten sind nur wenige Arten zweifelsfrei belegt. Eine hohe Wirtsspezifität zeigen folgende Arten: *C. afra* (Wirt: *Megachile leachella*, *M. pilidensis*), *C. aurolimbata* (Wirt: *Megachile ericetorum*), *C. conoidea* (Wirt: *Megachile lagopoda*, *M. maritima*), *C. lanceolata* (Wirt: *Megachile nigriventris*), *C. rufescens* (Wirt: *Anthophora*-Arten), *C. rufocaudata* (Wirt: *Megachile rotundata*). Bezüglich der Wirte der übrigen Arten sei auf den Speziellen Teil des Buches verwiesen.

3.2.30 Anthophora, Pelzbienen

Die Flugzeit der verschiedenen Arten der Gattung *Anthophora* reicht vom ersten Frühling (*A. acervorum*) bis zum Hochsommer (*A. bimaculata*), wobei jeder Monat mit neu erscheinenden Arten aufwartet. In Mitteleuropa leben alle Arten in nur einer Generation, während in Südeuropa viele zwei, ja sogar drei Generationen im Jahr haben können. Kennzeichnend für viele Arten ist ihre Proterandrie, die bei *A. acervorum* besonders stark ausgeprägt ist, da bei ihr die Männchen bereits rund 2–3 Wochen vor den Weibchen erscheinen.

Häufigkeit und bevorzugte Lebensräume sind bei den einzelnen Pelzbienen sehr unterschiedlich und lassen sich nicht auf Gattungsebene abhandeln. Am häufigsten ist zweifellos *A. acervorum*, die auch im Siedlungsbereich regelmäßig vorkommt. Waldränder und -lichtungen bevorzugt *A. furcata*. Für Sandgebiete charakteristisch ist *A. bimaculata*, die sich durch einen hohen Flugton bemerkbar macht. Gegenden, die reich an Löß- und Lehmwänden oder mit Lehm verputzten Gemäuern sind und die gleichzeitig von Gewässern durchflossen werden, dienen *A. plagiata* als Lebensraum. Auch *A. fulvitarsis* ist eine ausgesprochene Lößwandbewohnerin.

Beim Blütenbesuch, speziell beim Pollensammeln sind die meisten Arten nicht wählerisch. Den höchsten Grad an Polyektie dürfte *A. bimaculata* besitzen, gefolgt von *A. acervorum*. Von den meisten Arten werden allerdings hochdifferenzierte Blüten bevorzugt, z. B. Lippenblütler (Lamiaceae), Schmetterlingsblütler (Fabaceae) und Rauhhaltgewächse (Boraginaceae). Von den heimischen Arten ist lediglich *A. furcata* oligolektisch und auf Lippenblütler spezialisiert. Der Pollen wird in den Bürsten von Tibia und Metatarsus gespeichert.

Anthophora acervorum

Über die Biologie einiger Arten sind wir mehr oder weniger gut unterrichtet. Am besten untersucht ist *A. acervorum*, die in Mitteleuropa häufigste und am

weitesten verbreitete Art der Gattung (GROZDANIĆ & VASIĆ 1965A, LITH 1947, MALYSHEV 1925d, 1928). Die Männchen erscheinen gewöhnlich mit dem Aufblühen des Lerchensporns (*Corydalis*) Mitte März und sind bald auf ihren hochentwickelten Flugbahnen zu beobachten, die HAAS (1960) beschrieben hat. Diese Flugbahnen sind durchweg Futterplatzbahnen, manchmal geht der rasante Flug auch an Gebüsch weiter über die Grenzen des Futterplatzes hinaus. Die auf den Bahnen als Nektarquellen befliegenen Futterpflanzen sind u.a. Lerchensporn (*Corydalis*), Immergrün (*Vinca*), Veilchen (*Viola*), Kriechender Günsel (*Ajuga reptans*), Weiße und Rote Taubnessel (*Lamium album*, *L. purpureum*), Gundermann (*Glechoma*), Lungenkraut (*Pulmonaria*), Schlüsselblumen (*Primula*), Traubenhyazinthe (*Muscari*) und Blaukissen (*Aubrieta*). 2–3 Wochen später schlüpfen auch die Weibchen und fliegen zusammen mit den Männchen an den gleichen Pflanzen, sofern diese noch blühen. Die Paarung erfolgt an den Nahrungspflanzen oder auf der Erde. Die *Anthophora*-Männchen zielen einen bestimmten Bahnpunkt an, z.B. eine Gruppe von Blüten oder Blätter von Gebüsch, und stoßen in außerordentlich schnellem Flug von Punkt zu Punkt. Dabei befliegen sie ihre Bahnen, die in sich geschlossene Kurven darstellen, entweder mit oder gegen den Uhrzeigersinn. Die Flugbahn wird also nur in einer Richtung durchflogen und obendrein für Tage und Wochen beibehalten. Jedes Männchen hat dabei seine eigene Bahn, die mit Hilfe von Duftstoffen markiert ist.

Wenn die Gefleckte Taubnessel (*Lamium maculatum*) zu blühen anfängt, beginnen auch die Nistaktivitäten der *A. acervorum*. Die Nester werden in Löß- und Lehmwänden, in weichen Sandsteinfelsen (Molasse) oder in den Lehmfugen von Mauern, manchmal auch im Innern von offenen Gebäuden angelegt. Sie reichen nicht allzu tief in den Boden, meist nur 3–5 cm. Der Nesteingang führt nach einem kurzen Hauptgang oft zu zwei oder drei Seitengängen, in denen die Brutzellen meist linear angeordnet werden, wobei der Boden der obersten Zelle an den Deckel der unteren Zelle zu liegen kommt. Diese stehen entweder fast aufrecht oder liegen leicht schräg im Gang. Als Material für den Aufbau der Zellwandung dient der lehmige Schutt, der beim Ausgraben des Hohlraums, in dem die entsprechende Zelle gebaut wird, anfällt. Die Dicke der Zellwandung kann stellenweise, z.B. am Boden, 2,5 mm betragen. Zum Anfeuchten des Mörtels verwendet die Biene Wasser, das sie von außerhalb des Nestes herbeiholt und vermutlich das Sekret ihrer Speicheldrüsen.

Die Zellen sind länglich, oft urnenförmig. Nachdem ihre Außenwandung fertiggestellt ist, geben die Weibchen aus dem Hinterleib ein klares Sekret ab, das mit der Pygidialplatte des 6. Abdominalsegments auf die Zellinnenwandung ausgestrichen und auf diese Weise mit einer wachsartigen, weißgrauen Auskleidung beschichtet wird. Diese ist so kompakt, daß man die erdige Außenwandung der Zelle mit Wasser abspülen kann, bis eine zerbrechliche »Eischale« übrig bleibt. Im Verlauf der Verproviantierung wird zunächst Pollen in nicht angefeuchtem, lockeren Zustand eingetragen und später mit einer klaren Flüssigkeit, die sich wohl hauptsächlich aus Nektar, wahrscheinlich aber auch aus Drüsensekret der Biene zusammensetzt, übergossen. Diese Art der Verproviantierung ist auch für andere (alle?) *Anthophora*-Arten typisch. Der Futtervorrat ist demnach deutlich zweischichtig. Er riecht unangenehm käsig. Das Ei, dessen Länge 4,2 mm und größte Breite 0,8 mm beträgt, wird auf die Mitte der Vorratoberfläche so abgelegt, daß es mit seinen beiden Enden auf ihr schwimmt. Die Entwicklung verläuft nach dem Schlüpfen der Larve ohne Diapause bis zur vollentwickelten Imago, die aber die Brutzelle nicht verläßt, sondern in ihr überwintert. Unmittelbar nach der Eiablage wird die Zelle mit einem Deckel aus Lehm verschlossen, der außen glatt ist und der von innen von derselben schalenartigen Substanz überzogen ist wie die ganze Zellinnenwand. Im Zentrum des Deckels ist eine sehr schmale horizontale, nur 2 mm lange Spalte sichtbar. Soweit bekannt, schiebt die Pelzbiene das Ende ihres Abdomens durch diese Spalte und spritzt das Sekret der Dufour-Drüse auf die Innenseite des Deckels.

Sind alle Brutzellen gebaut, wird der hintere Teil des Hauptganges mit losgenagtem Erdmaterial aufgefüllt. Unmittelbar davor, also in Richtung Nesteingang, wird ein kompakter Propfen angebracht, dessen Struktur einer offenen Zelle ähnelt. Die konkave Vorderwand des Verschlusses wird sorgfältig geglättet und poliert. Darauf wird, wie MALYSHEV beobachtet hat, eine kleine Menge von trockenem Pollen geschüttet, so, als ob die Biene mit der Versorgung einer neuen Zelle beginnen wollte.

Anthophora plagiata

Über den Nestbau von *A. plagiata* berichten BANASZAK (1971), GROZDANIĆ & VASIĆ (1965a), MALYSHEV (1925d), MÓCZÁR (1961b, 1970), WESENBERGLUND (1890) und nicht zuletzt STEINMANN (1986), der mir ein großes Vorkommen der Art zeigte und dadurch wertvolle Beobachtungen ermöglichte. *A. plagiata* baut ihre Brutzellen bevorzugt in feste



Der Eingang des Nestes der Pelzbiene *Anthophora plagiata* besteht aus einer durchbrochenen Lehmhöhle.



Anthophora plagiata pollenbeladen vor dem Nesteingang.

Lehmböden senkrechter Wände, selten auch in horizontalen Flächen. Beim Graben der Brutzellen feuchten die Weibchen die Erde an. Das hierzu benötigte Wasser holen sie von nahegelegenen, aber auch von 60–70 m entfernten Wasserstellen, z. B. dort, wo das Wasser eines Bachs die Steine flach überrieselt. Es ist beeindruckend, wie sich Dutzende von Weibchen desselben Nistplatzes gleichzeitig an der gleichen Wasserstelle einfinden und das Wasser mit dem Rüssel einsaugen. Zwischen dem Nistplatz und der »Tränke« gibt es dann einen regen Flugverkehr.

In der Neströhre wird der trockene Lehm mit dem Wasser durchtränkt. Das feuchte, mit den Oberkiefern abgeschabte Material wird unter dem Körper nach draußen geschoben. Am Nesteingang fügt das Weibchen die Lehmballen mit Hinterbeinen und Hinterleib zu einer gebogenen Eingangsröhre zusammen. Deren Endteil wird nicht mehr vollständig geschlossen und weist charakteristische Schlitz auf. Hat die Eingangsröhre eine Länge von ca. 3,5 cm erreicht, wird das anfallende Aushubmaterial im Flug weggetragen und in der Nähe des Eingangs fallengelassen. Meist brechen die Vorbauten mit der Zeit ab oder werden vom Regen aufgeweicht und weggespült. Ihre Überreste werden nach Fertigstellung der Brutzellen zum Verschluss des Neststollens verwendet. (Auch von *A. crinipes* werden kleine Eingangsröhren gebaut.) Wie STEINMANN zeigen konnte, orientieren sich die Bienen beim Anflug ans Nest optisch anhand von Landmarken. Zur Erkennung der eigenen Nesteingänge sind die Fühler mit ihren Geruchssinnesorganen entscheidend. Pelzbienen, denen die Fühler abgeschnitten wurden, erkennen ihre eigenen Nester nicht mehr. Auch mit Nagellack bestrichene Nesteingänge irritieren die Bienen in ähnlicher Weise. Es

ist daher zu vermuten, daß *A. plagiata* beim Mörteln der Eingangsröhre durch Zugabe individueller Duftstoffe (Speichel?) das Nest markiert.

Die Funktion der Eingangsröhren ist noch unklar. Verschiedene Theorien wurden diskutiert, z. B. Schutz vor Regen und Schmarotzern oder bessere Nesterkennung. Im Falle der nordamerikanischen *A. abrupta*, die ähnliche »Kamine« wie *A. plagiata* baut, vermutet NORDEN (1984) eine Bedeutung für die Wärmeregulation. Die Kamine scheinen als »Sonnenheizungen« zu fungieren, die die Nester nach niedrigen Nachttemperaturen schneller erwärmen und den Bienen mit Kaminnestern ermög-



Blick von oben in eine geöffnete Brutzelle von *Anthophora plagiata*. Das Ei schwimmt auf der obersten flüssigen Schicht des Larvenfutters. Die Zellwand ist mit einem weißlichen Drüsensekret ausgekleidet.

lichen, früher mit der Sammeltätigkeit zu beginnen. Nester mit Kaminen erwärmen sich nämlich an sonnigen Tagen in den frühen Morgenstunden signifikant schneller als solche ohne Kamine. Hinzu kommt, daß die Pelzbienen sich in die Eingangsröhre setzen, um sich aufzuwärmen.

Die Nester der *A. plagiata* verzweigen sich schon kurz hinter dem Eingang in 2–3 Gänge, in denen 1–3 Brutzellen angelegt werden. Die Zellen liegen schräg im Boden. Werden mehrere Zellen, was für die Art typisch ist, linear aneinandergereiht, fügt sich der Boden der oberen Zelle direkt an den Dekkel der darunter liegenden.

Die Innenwandung der Brutzellen von *A. plagiata* ist wie bei anderen *Anthophora*-Arten komplett mit einer weißen, wachsartigen Auskleidung versehen. Der Futtermvorrat weist eine typische Schichtung auf: anfangs trocken und lose eingelagerter Pollen wird später mit einer klaren Flüssigkeit überdeckt, die zweifelsfrei hauptsächlich aus Nektar besteht, vermutlich aber auch Sekrete der Dufour-Drüse enthält, da der Futterbrei nach kurzer Zeit unangenehm ranzig riecht. Die Weibchen zeigen deutlich getrennte Sammelflüge. In den frühen Morgenstunden wird zunächst ausschließlich Pollen, in einer zweiten Versorgungsphase ausschließlich Nektar gesammelt. Das Ei schwimmt mit seinen beiden Polen auf der Oberfläche des flüssigen Proviantes. Bis zum Schlüpfen der Larve vergehen 7–8 Tage. Die Larve frißt 3–4 Wochen.

Anthophora furcata

Eine im Vergleich zu den anderen Pelzbienen ungewöhnliche Nistweise hat *A. furcata*. Sie nistet in selbstgenagten, teils sich verzweigenden, mehr oder weniger senkrecht verlaufenden Gängen in morschem Holz, z.B. von umgestürzten Bäumen, Baumstrünken, Ästen oder Pfählen. Die bis zu 12 Brutzellen, die linear angeordnet sind, werden aus mit Speichel verklebtem Holzmulm gebaut und innen mit einem Sekret ausgekleidet. Der Larvenproviant, der an verschiedenen Lippenblütlern, vor allem Wald-Ziest (*Stachys sylvatica*), gesammelt wird, hat wie bei anderen Pelzbienen einen unangenehmen, säuerlichen Geruch. Insgesamt ist aber die Biologie dieser Art noch unzureichend bekannt. MEDLER (1964) beschreibt seine Untersuchungen an 60 Nestern der nordamerikanischen Unterart *A. furcata terminalis*, deren Lebensweise sich kaum von der europäischen Form unterscheidet.

Alle bisher untersuchten *Anthophora*-Arten beschichten ihre Brutzellen mit einer weißen, wachsartigen Auskleidung mit käsigem Geruch, deren Ursprung schon seit langer Zeit in der Dufour-Drüse

des Abdomens vermutet wurde (SEMICHON 1906). Daß dies zutrifft, konnten NORDEN et al. (1980) an der nordamerikanischen *A. abrupta* zeigen. Deren Dufour-Drüse ist mächtig ausgebildet und sezerniert ein komplexes Gemisch von flüssigen Triglyceriden, die eine langkettige und zwei kurzkettige Fettsäuren enthalten. Dieses Gemisch wird sowohl auf die Innenseite der erdigen Brutzelle mit der Pygidialplatte aufgetragen, als auch dem Proviant beigefügt. Dort wird es möglicherweise durch Enzyme des Bienen-speichels zu festen Diglyceriden umgewandelt, die später von der Bienenlarve gefressen werden. Die Larve frißt also die Zellauskleidung und zwar im vierten Larvenstadium und kotet anschließend. Diese Art der Verwendung des Dufour-Drüsen-Sekrets zeigt einen hohen Grad der Spezialisierung dieser Pelzbiene. Auch die Analyse der Zellauskleidung von *A. furcata terminalis* belegte das Vorhandensein von Triglyceriden. Im Gegensatz zu *A. abrupta* ist die Zellauskleidung vieler *Anthophora*-Arten aber dünn und durchsichtig und wird von der Larve vermutlich nicht verzehrt. Statt dessen könnte das Sekret der Dufour-Drüse dem Proviant hinzugefügt werden, der ja oft einen käsigem oder ranzigen Geruch hat.

Kuckucksbienen von *Anthophora* sind verschiedene Arten der Gattungen *Melecta* (Trauerbienen), *Thyreus* (Fleckenbienen) und *Coelioxys* (Kegelbienen).

3.2.31 Melecta, Trauerbienen

Die *Melecta*-Arten sind durchweg Frühlingsformen, die nur eine Generation haben. Man findet sie vor allem an den Nistplätzen ihrer Wirte, insbesondere an Löß- und Lehmwänden, an Abbruchkanten und an Mauern. Im Blütenbesuch sind sie nicht wählerisch.

Alle Trauerbienen gehören zu den Kuckucksbienen und leben brutparasitisch bei Pelzbienen (*Anthophora*). *M. punctata* parasitiert in erster Linie bei *A. acervorum*, aber auch bei *A. fulvitaris* und *A. plagiata*. Für *M. luctuosa* ist *A. aestivalis* der Hauptwirt.

Über die Eiablage und die Larvalentwicklung ist bisher kaum etwas bekannt. FRIESE (1923) fand Ende Juni in einer Zelle von *A. fulvitaris* eine auf dem Futterbrei schwimmende *Melecta*-Larve vor. Das *Anthophora*-Ei war verschwunden. Seither hat nur ULRICH (1978) Näheres über die Eiablage der *M. punctata* in Erfahrung bringen können. Das *Melecta*-Weibchen fliegt dicht über den Nistplätzen und landet hin und wieder an einer Nestöffnung, die es inspiziert, in die es bisweilen auch hineinkriecht

und einige Sekunden darin verweilt. Befindet sich eine Wirtsbiene bereits im Nest, kann es zu regelrechten Kämpfen kommen. Dabei zerrt die Pelzbiene den Brutparasiten mitunter mit den Mandibeln aus dem Nest. Beim Aufpräparieren fertiggestellter Zellen liegt das *Anthophora*-Ei direkt auf dem Proviant, während das *Melecta*-Ei immer mit einem Pol direkt unter dem Zelldeckel befestigt ist, was auch schon MALYSHEV (1928) beobachtet hat. Vermutlich wird das Ei unmittelbar nach dem Verdecken der Wirtszelle abgelegt, in dem die *Melecta* den Zelldeckel mit ihrem letzten Segment durchbohrt. Es ist anzunehmen, daß die weitere Entwicklung wie bei anderen Kuckucksbienen verläuft, indem sich die Trauerbienen-Larve schneller als die Wirtslarve entwickelt, die dann getötet und damit beseitigt wird. Nach der Verpuppung findet man in den Wirtszellen einen rudimentären Kokon, der als braune, lockere Masse die Zelle bis zu Hälfte auskleidet. Die Überwinterung erfolgt wie beim Wirt als Imago.

3.2.32 *Thyreus*, Fleckenbienen

Die mitteleuropäischen *Thyreus*-Arten sind Sommerformen mit einer Generation, die kaum vor Juli erscheinen und bisweilen noch im September festzustellen sind. Zur Eigenversorgung besuchen sie alle möglichen Blüten. Man findet sie aber bevorzugt an den Nistplätzen ihrer Wirte, *T. orbatus* meist an Lehmwänden und Mauern, *T. histrionicus* in Mitteleuropa eher in Sandgebieten.

Die Fleckenbienen leben wie die nah verwandten Trauerbienen ausschließlich brutparasitisch in den Nestern bestimmter Pelzbienen (*Anthophora*). Über Einzelheiten ihrer Larvalentwicklung ist nichts bekannt geworden, aber es ist anzunehmen, daß sie der von *Melecta* sehr ähnlich ist. Die in Mitteleuropa »häufigste« Art ist *T. orbatus*, die gewöhnlich bei *A. quadrimaculata*, aber auch bei *A. borealis* parasitiert. STOECKHERT (1954) berichtet, daß ein Bestand letzterer Art durch die Zunahme von *T. orbatus* völlig zum Erlöschen gebracht wurde. Wesentlich seltener bei uns ist der größere *T. histrionicus*, der bei *A. quadrifasciata* parasitiert.

3.2.33 *Eucera*, Langhornbienen

Unter dem deutschen Namen »Langhornbienen«, deren Männchen besonders lange Fühler haben, verstehen wir alle zu den beiden nah verwandten Gattungen *Eucera* und *Tetralonia* gehörigen Arten.

Eucera-Arten sind in Mitteleuropa v.a. im Spätf Frühling und im Frühsommer anzutreffen. Sie haben nur eine Generation im Jahr und sind ausgesprochen proterandrisch. Die Männchen erscheinen meist 2–3 Wochen vor den Weibchen. Bei *E. longicornis* halten sich die Männchen nach dem Schlüpfen fast immer am Nistplatz auf, wo die Weibchen kurz nach dem Schlüpfen auf der Erde begattet werden. Die Männchen von *E. tuberculata* haben typische Flugbahnen, die entlang ihrer Nektarquellen verlaufen (Futterplatzbahnen) und auf denen sie ihre Weibchen erwarten. Alle heimischen *Eucera*-Arten sind oligolektisch und auf Schmetterlingsblütler (Fabaceae) spezialisiert.

Die Langhornbienen der Gattung *Eucera* leben solitär und nisten in der Erde, bisweilen in größeren Aggregationen. Kahle oder nur schütter bewachsene Stellen werden bevorzugt, manchmal finden sich die Nester auch in kurzrasiger Vegetation. Über den Nestbau liegen nur wenige Beobachtungen von ALFKEN (1900b), FRIESE (1919b) und HÖPPNER (1901a) vor, die sich alle auf *E. longicornis* beziehen. Die in ganz Deutschland vorkommende Art erscheint meist erst Ende Mai, also später als *E. tuberculata*. Mir scheint HÖPPNER das Nest am besten beschrieben zu haben, weswegen ich seine Ausführungen weitgehend wörtlich zitieren möchte. Zunächst gräbt das Weibchen mit seinen Oberkiefern eine kreisrunde, ziemlich steil in den Boden führende Röhre. »Hat das Weibchen einen etwa 8 bis 10 cm langen Gang ausgeschachtet, so verändert es plötzlich die Richtung desselben, indem es unter einem stumpfen Winkel den Gang in schräger Richtung nach unten weiterführt. An diesem Teil der Röhre legt es abwechselnd links und rechts Nebenröhren an. Jede dieser etwa 3 cm langen Röhren beherbergt eine Zelle. Diese ist, wie auch der Gang, durch einen glänzenden Stoff (erhärteter Speichel) geglättet.«

Das Larvenfutter ist zähflüssig, da es aus reichlich mit Nektar durchtränktem Pollen besteht. Das Ei steht mit einem Ende in der Mitte auf dem Futterbrei. Nach dem Verzehren des Futters exkrementiert die Larve in flüssiger Form und spinnt sich ein. »Der Kokon ist eiförmig, an den Polen abgeplattet. Er wird gebildet aus mehreren sehr dünnen Häutchen. An den beiden Enden zählte ich vier solcher Häutchen. Die äußere Haut ist stark, etwas faserig und von hell bräunlicher Farbe. Man könnte sie treffend mit der äußeren Haut einer getrockneten Zwiebel vergleichen. Sie umgibt die drei übrigen Häute. Diese sind an den Seiten dünn, durchscheinend und fast wasserhell gefärbt.« FRIESE beschreibt den Kokon allerdings als doppelwandig. Die Überwinterung erfolgt

im Kokon als Ruhelarve, zum Teil anscheinend auch als Imago.

Eine typische Kuckucksbiene heimischer *Eucera*-Arten ist die Wespenbiene *Nomada sexfasciata*.

3.2.34 Tetralonia, Langhornbienen

Die mitteleuropäischen Langhornbienen der Gattung *Tetralonia* erscheinen erst im Hochsommer und sind manchmal noch bis zum Spätsommer anzutreffen. Sie haben nur eine Generation im Jahr und sind proterandrisch. Die Männchen haben typische Flugbahnen, die entlang der Pollenquellen ihrer Weibchen verlaufen (Futterplatzbahnen). So beziehen sich z.B. bei *T. macroglossa* solche Flugbahnen auf blühende Pflanzen von Malvengewächsen. Alle heimischen *Tetralonia*-Arten sind oligolektisch: *T. macroglossa* ist auf Malvengewächse (Malvaceae) spezialisiert, *T. alticincta* und *T. dentata* auf bestimmte Korbblütler (Asteraceae), *T. salicariae* auf Blutweiderich (*Lythrum*).

Die *Tetralonia*-Arten nisten in der Erde, bisweilen gesellig mit zahlreichen Nestern auf engem Raum. Kahle oder nur schütter bewachsene Stellen werden bevorzugt. Über den Nestbau ist nur wenig bekannt. Am besten sind wir über *T. macroglossa* unterrichtet, deren Nest u.a. von MALYSHEV (1930a) und MÓCZÁR (1946) beschrieben wurde. Die gesellig bauenden Weibchen graben ihre Nester in sandig-lehmige Steilwände oder in schütter bewachsene Erdwege oder Böschungen. Alte Nester werden zum Teil wiederbenutzt. Von einem bis zu 18 cm tiefen Hauptgang führen mehr oder weniger rechtwinklig 3–4 bogenförmige Seitengänge ab. An deren Ende befinden sich die aufrecht stehenden Brutzellen, die 13–22 cm tief in unterschiedlichen Ebenen liegen. Sie sind wie auch der sich am Ende bisweilen verzweigende Hauptgang geglättet und mit Sekret lackartig ausgekleidet. Der Futtervorrat ist ein mehr oder weniger flüssiger Pollenbrei, über dem eine 1–2 mm dünne Schicht aus reinem (?) Nektar steht, der ein fettiges Häutchen hat (Drüsensekret?). Das bogenförmig gekrümmte Ei liegt mit beiden Enden auf dem Proviant. Die Brutzelle wird mit einem spiralig strukturierten Deckel aus Erde verschlossen. Vor diesem Deckel wird weitere Erde aufgefüllt. Die Überwinterung erfolgt im Stadium der Ruhelarve.

Bei den genannten *Tetralonia*-Arten wurde bisher nur *Epeolus* (*Triepeolus*) *tristis* als Kuckucksbiene nachgewiesen, die zwar aus Österreich und der Schweiz, nicht jedoch aus der Bundesrepublik Deutschland bekannt wurde.

3.2.35 Xylocopa, Holzbienen

Von den drei mitteleuropäischen Arten der Gattung *Xylocopa* kommen nur zwei auch in der Bundesrepublik Deutschland vor. Für die kleine *X. iris* gibt es bisher allerdings nur einen sicheren Nachweis. *X. violacea* kommt noch hie und da in den warmen Flußtalern Süddeutschlands vor, wo sie in erster Linie Streuobstwiesen bewohnt. Einzelne Vorkommen reichen auch weiter nach Norden. Bisweilen tritt sie auch im Siedlungsbereich in Gärten auf. *X. valga* ist vorwiegend in der östlichen Hälfte von Süd- und Mitteleuropa bis nach Mittelasien verbreitet. Beim Pollensammeln sind Holzbienen nicht wählerisch, sondern ausgesprochen polylektisch. Der Pollen wird meist im Kropf gesammelt, selten auch in der Behaarung der Hinterschienen und der Ferse.

Xylocopa violacea

Über die bekannteste heimische Art *X. violacea* liegen zahlreiche Arbeiten oder Notizen vor, die bis auf RÉAUMUR (1748) zurückgehen, der dieser Art bereits eine eigene Abhandlung gewidmet hat. MALYSHEV (1931) hat die bis dahin vorliegenden Kenntnisse umfassend dargestellt. Trotzdem sind noch viele Fragen der Biologie und des Sozialverhaltens dieser Bienen offen. Männchen und Weibchen von *X. violacea* haben in Höhlungen von Löb- wänden oder Baumstämmen gemeinschaftlich überwintert. Im März oder April verlassen sie ihr Winterquartier und paaren sich. Mehrfachkopulationen sind wahrscheinlich. Für die Wahl des Nistplatzes von *X. violacea* haben die Lage und die Qualität des Holzstücks eine entscheidende Bedeutung. Sie wählt nur Holzstücke, die gut von der Sonne beschienen werden und solche, die trocken oder bereits im Modern begriffen sind, also ihre natürliche Härte schon eingebüßt haben. Je nach Art des Holzes werden ein bis mehrere Gänge ausgegagt, die in linearer Anordnung die Brutzellen aufnehmen. Hat die Holzbienne einen dünnen Pfahl ausgewählt, nagt sie zuerst mit ihren Mandibeln einen seitlichen kreisrunden Nesteingang. Von ihm aus wird zunächst ein Gang nach unten ausgehöhlt. Ist dieser mit Brutzellen gefüllt, wird in dem Pfahl vom Nesteingang aus ein zweiter Gang nach oben gebaut, der später wiederum einige Brutzellen enthalten wird.

Das in der Brutzelle deponierte Larvenfutter ist von zäher, teigiger Konsistenz und hat die Form eines länglichen Brotlaibs mit ziemlich unebener Oberfläche. An drei Stellen hat der Proviant Kontakt zur Wand der Zelle. Zur Eiablage zwingt die



Selbstgenagter Nesteingang der Holzbiene *Xylocopa violacea* in einem dürrn Pfahl.

Holzbiene offensichtlich ihr Abdomen in den Raum zwischen Zellwand und Proviant und legt ihr im Vergleich zu anderen Bienen großes Ei längs an den Vorrat, wobei der Kopfpol des Eis nach vorne zu liegen kommt. Nach der Eiablage wird die Zelle mit einem Deckel verschlossen. Er hat die Gestalt einer Querwand und besteht aus abgenagten Holzspänen, die von der inneren Wand des Ganges stammen. Diese Trennwand hat die Form eines Holzscheibchens und ist zur Zelle hin spiralig aufgebaut, zum Nesteingang hin glatt. Beim Aufbau der Wand wird Speichel verwendet. Der Deckel einer Zelle dient zugleich als Boden für die nächste Zelle. Die Larven fressen ungefähr 2–3 Wochen von dem Proviant, beginnen aber schon nach etwa 10 Tagen mit der Ausscheidung von Exkrementen in Form schwarzbrauner Stäbchen. Nach der Beendigung der Ernährung liegen die Larven einige Tage in der Zelle und verpuppen sich dann. Etwa 3–4 Wochen später ist die Entwicklung zur Imago beendet. Nach dem Erreichen des geflügelten Zustandes bleiben sie noch etwa 1 Woche in dem Nest und verlassen es



Aufgeschnittener Pfahl mit sieben Brutzellen von *Xylocopa violacea*.



Einzelne Brutzelle von *Xylocopa violacea* mit junger Larve. Die scheibenförmigen Querwände bestehen aus Holzspänen, die von der inneren Gangwandung abgenagt wurden.



Puppe von *Xylocopa violacea*, deren Komplexaugen bereits dunkel gefärbt sind.

dann durch den anfangs von der Mutter genagten Nesteingang. Meist beenden die Tiere eines Seitengangs etwa zur gleichen Zeit ihre Entwicklung. Wenn die Jungbienen schlüpfen ist die Nestmutter in der Regel noch am Leben, erlebt also das Schlüpfen ihrer Nachkommenschaft. Ob in dieser Phase bei *X. violacea* soziale Verhaltensweisen ähnlich denen anderen *Xylocopen* auftreten, ist noch unbekannt. Die Tiere kommen jedenfalls anfangs immer wieder in das alte Nest zurück, wie ich mehrfach beobachten konnte.

Die Lebensgeschichte von *X. valga*, die wie *X. violacea* in morschem Holz nistet, hat MALYSHEV (1931) ausführlich beschrieben.

Xylocopa iris

Über die Biologie von *X. iris* liegen eine Reihe von Beobachtungen vor (FAGNIEZ 1946, GRANDI 1954, 1957, 1961, GROOT 1973, MALYSHEV 1931, 1933, 1936), Die bei weitem aufschlußreichste Arbeit ist jedoch die von MALYSHEV (1947), der die Nistweise dieser Art ausführlich beschrieben hat. Ich selbst hatte die Gelegenheit, in Italien und Spanien im Bau befindliche Nester dieser Art zu finden und ihren Inhalt zu untersuchen. *X. iris* erscheint bereits im zeitigen Frühjahr. Zur Anlage des Nestes nistet die Art im Gegensatz zu den meisten *Xylocopen* nicht im Holz, sondern wählt ausschließlich mehr oder weniger verholzte, trockene Pflanzenstengel. Beliebte sind dickstengelige Doldenblütler wie Elsässer Haarstrang (*Peucedanum alsaticum*) und Wiesen-Bärenklau (*Heracleum sphondylium*), Disteln (*Carduus*), Gewöhnliche Sonnenblume (*Helianthus annuus*) sowie Affodill (*Asphodelus*). Vorjährige, aufrechte Stengel mit einem Durchmesser von 11–16 mm werden bevorzugt. In die Stengelwand wird als Nesteingang ein annähernd kreisrundes Loch von 8–10 mm Durchmesser genagt und zwar im unteren Teil des Stengels etwa 10–20 cm über dem Boden. Nachdem dieser Eingang geschaffen ist, zeigt die Biene ein höchst ungewöhnliches Verhalten: sie schneidet den Stengel oberhalb des Abschnitts, der für das Nest vorgesehen ist, kreisförmig durch und entfernt so den obersten Stengelteil. Sie erinnert hierbei an die Tätigkeit eines Bibers. Der später das Nest enthaltende Teil liegt also zwischem dem anfangs genagten Eingang und dem Punkt, an dem der Stengel durchgeschnitten wurde. Er ist meist 12–18 cm lang. Dort, wo der Stengel abgeschnitten wurde, verschließt die Biene die entstandene Öffnung von innen mit einem massiven Pfropfen. Das hierfür benutzte Material sind Markstückchen, die im Stengelinnern abgenagt werden.

Die erste Brutzelle wird direkt unter diesen Ver-



Brutzelle von *Xylocopa iris* im dürrn Stengel eines Doldenblütlers.

schluß gebaut. Als Futter für die Larve wird Pollen verschiedenster Pflanzenarten sowie vermutlich eingedickter Nektar eingetragen, dem das Weibchen eine spezifische Form verleiht, die einem Brotlaib ähnelt. Der Proviant liegt der Zellwand nicht eng an, sondern hat lediglich an drei vorspringenden Stellen (»Füßchen«) Kontakt mit ihr. Wenn man sich vergegenwärtigt, daß die Biene die Versorgung von unten her vornehmen muß, wird verständlich, daß ein im Wind ständig hin und her schwankender Stengel dieser Arbeit hinderlich wäre. Indem vor Beginn der Verproviantierung der oberste Teil mit den Fruchtständen entfernt wird, ist dieses Hindernis aus dem Weg geräumt. Dieses Verhalten ist aber nicht immer festzustellen. Manchmal baut *X. iris* auch ihr Nest in schräg stehende oder liegende Bruchstücke von Stengeln. In solchen Fällen kann auch die Bruchstelle selbst als Nesteingang dienen.

Nachdem entsprechend für das Larvenfutter gesorgt ist, kriecht die Biene rückwärts in den Gang und legt ihr Ei der Länge nach an den Proviant. Die Art und Weise wie das Ei abgelegt wird, stimmt weitgehend mit *Ceratina* überein und ist unter den Bienen eine seltene Ausnahme. Nach der Eiablage

wird die Brutzelle verschlossen, indem das Weibchen eine Querwand direkt vor dem Futterballen baut, aber ohne diesen zu berühren. Sie besteht wie der Pfropfen ganz aus Markpartikeln, die mit Speichel verklebt sind. Die weitere Brutversorgung erfolgt in ähnlicher Weise bis 5–7 Zellen in der Neströhre fertiggestellt sind. Der Raum unterhalb der Zellen bleibt leer und steht der Nestinhaberin als »Aufenthaltsraum« zur Verfügung. Die junge Larve von *X. iris* schlüpft rund 4 Tage nach der Eiablage. Nachdem sie weniger als die Hälfte des Futters verzehrt hat, beginnt sie zu exkrementieren. Nachdem das Futter gänzlich verzehrt ist, liegt sie einige Tage als Vorpuppe in der Zelle und verpuppt sich dann. Die Entwicklung vom Ei bis zur Imago dauert rund 2 Monate. Wenn sich die Jungbienen durch die Querwände nach unten vorgearbeitet haben, treffen sie auf ihre noch lebende Mutter. Männchen wie Weibchen überwintern in den alten Niststengeln.

Kuckucksbienen sind bei *Xylocopa* nicht bekannt. In Südeuropa parasitiert die seltene Keulenespe *Polochrum repandum* bei *X. violacea*.

3.2.36 Ceratina, Keulhornbienen

Die häufigste und in Mitteleuropa am weitesten verbreitete Keulhornbiene ist *Ceratina cyanea*, die vorwiegend an Waldrändern, auf Waldlichtungen, in Hecken und auf älteren Brachen vorkommt, aber auch im Siedlungsbereich zu finden ist. *C. cucurbitina* hat ihren Verbreitungsschwerpunkt im Rheingraben, wo sie in Weinbergbrachen mit ausgedehnten Brombeerdickichten stellenweise hohe Populationsdichten erreicht. *C. callosa* ist wesentlich seltener und kommt aufgrund ihrer hohen Wärmeansprüche nur an besonders wärmebegünstigten Orten, v. a. der Oberrheinebene vor.

Die Lebensweise der heimischen, durchweg solitären Keulhornbienen unterscheidet sich in einigen Punkten von der anderer solitärer Wildbienen, hat aber ansonsten große Ähnlichkeit mit der bestimmter Holzbienen (*Xylocopa*). Verschiedene Autoren haben über ihre Biologie berichtet (BALLES 1939, GROZDANIĆ 1968, MALYSHEV 1913, 1936, RAUBAUD 1922). Auch ich konnte mehrere Arten während des Nestbaus beobachten und die fertiggestellten Nester untersuchen.

Im August und September schlüpfen aus Brutzellen, die von Mai bis Juli angelegt wurden, Männchen wie Weibchen und verlassen ihre Geburtsnester, paaren sich aber nicht. Ebenso wenig beginnen die Weibchen mit dem Brutgeschäft. Vielmehr verköstigen sich beide Geschlechter eine Zeitlang auf



Nest der Keulhornbiene *Ceratina cyanea* im Mark eines dünnen Stengels der Königskeule (*Verbascum*).

Blüten und beziehen vor Eintritt der kalten Jahreszeit hohle Brombeer- und andere markhaltige Stengel und Zweige (Holunder, Heckenrosen, abgebrochene Königskerzen) als Winterquartier. Bis zu 30 Männchen und Weibchen kann man in halberstarrtem Zustand kopfabwärts sitzend während des Winters finden, den manche von ihnen bei sehr tiefen Temperaturen auch nicht überleben. Meistens gehören sie nur einer Art an, bisweilen überwintern Tiere mehrerer Arten gemeinsam in den Stengeln und Zweigen. Die Höhlungen können nur Weibchen oder nur Männchen enthalten, aber auch beide Geschlechter gleichzeitig. Gelegentlich finden sich auch einzelne Überwinterer. Der Stengel bleibt oben offen.

Im darauffolgenden Mai oder Juni verlassen die Tiere ihr Winterlager. Dabei erscheinen *C. cyanea* und *C. callosa* zuerst, je nach der Witterung manchmal sogar schon Ende April, während *C. cucurbitina* oft noch Ende Mai im Winterlager anzutreffen ist. Nach dem Verlassen des Stengels paaren sich die Geschlechter. *C. cucurbitina* fand ich oft in großer Zahl kopulierend in den Blüten des Natterkopfs



Im Nest der Keulhornbiene *Ceratina callosa* liegen zwischen den einzelnen Brutzellen nicht verproviantierte Leerzellen.



Brutzelle von *Ceratina callosa* mit Larvenproviant und Ei. Der schwarzblaue Pollen stammt von der Karthäuser-Nelke (*Dianthus carthusianorum*).

(*Echium vulgare*). *C. callosa* wurde im Niststengel bei der Kopulation beobachtet. Die Weibchen wählen zum Nestbau ausschließlich markhaltige Stengel oder Zweige, deren Ende abgebrochen oder abgeschnitten ist, weswegen das Mark für die Biene zugänglich ist. Vertikal oder nur schwach geneigte Stengel werden dabei bevorzugt. Sie beginnen von oben her das Mark auszunagen und nach draußen zu schaffen. Erst wenn eine genügend lange Niströhre (oft 25–30 cm, selten bis 84 cm lang) ausgegabt ist, wird mit dem Verproviantieren der ersten Brutzelle am Ende des Ganges begonnen.

Keulhornbienen sind beim Pollensammeln wenig wählerisch, doch zeigen sie eine gewisse Vorliebe für Natterkopf (*Echium*), Flockenblumen (*Centaurea*) und Sandrapunzel (*Jasione*). Bei Mangel an Pollenquellen werden auch Pflanzen genutzt, die sonst kaum von Bienen besucht werden, wie die Karthäusernelke (*Dianthus carthusianorum*), mit deren Pollen mehrere von mir gefundene Nester von *C. callosa* versorgt waren. Der Pollen wird in der Regel verschluckt und nur selten in der kaum auffallenden Scopa transportiert. In der Brutzelle, die

nicht mit Sekreten ausgekleidet ist, wird der Pollen mit Nektar, der vermutlich eingedickt wird, vermischt und beides zu einem länglichen Futterballen geformt, der fast die gesamte Brutzelle ausfüllt. Der Proviant hat nur an einer Stelle Kontakt mit der Zellwandung. Das verhältnismäßig große Ei (bei *C. cucurbitina* 3 mm lang und 1 mm dick, bei *C. callosa* 4,5 mm lang und 1,5 mm dick) wird unter dem Futterballen abgelegt. Der flache Hinterleib der *Ceratina* ermöglicht den Weibchen, sich durch den engen Spalt zwischen Zellwandung und Futterbrei zu zwängen und das Ei auf diese Weise abzulegen.

Die Larven beginnen 14 Tage nach dem Schlüpfen zu koten, wenn das Futter etwa zur Hälfte aufgezehrt ist. Am Ende der Freßzeit spinnen sie keinen Kokon, liegen für einige Tage als Vorpuppen in der Zelle und verpuppen sich dann. Insgesamt verläuft die Entwicklung vom Ei bis zur Imago je nach Witterung in einem Zeitraum von 6–8 Wochen. Alle heimischen Keulhornbienen haben nur eine Generation im Jahr. Wenn aus den zuerst angelegten Zellen die Imagines schlüpfen, müssen sie sich nach oben in Richtung Nesteingang vorarbeiten, wobei

sie sich in der Regel an ihren jüngeren Nestgeschwistern vorbei zwängen müssen, die sich noch im Larven- oder Puppenstadium befinden. Sie treffen dann oft auf ihre Mutter, die noch am Leben ist und sich gewöhnlich im oberen Teil des Stengels aufhält.

C. cyanea und *C. cucurbitina* legen ihre 8–15 mm langen Zellen unmittelbar hintereinander an, während die Nestbauten von *C. callosa* sofort daran zu erkennen sind, daß zwischen den Brutzellen eine oder mehrere sogenannte Leerzellen liegen, das sind nicht verproviantierte Zellen. Die bei allen drei Arten etwa 2–3 mm breiten Querwände zwischen den einzelnen Zellen sind aus abgenagten Markpartikeln gebaut, die dem Niststengel entstammen. Ihre zum Nestinnern zeigende Wandseite ist gewöhnlich rau, die zum Nesteingang zeigende Wand ist hingegen glatt. Das gleiche Phänomen ist auch bei *Xylocopa* festzustellen.

Die Weibchen verbringen während der Zeit der Brutversorgung die Nächte und Schlechtwetterperioden ruhend im Eingang ihrer Nester. Da unsere *Ceratina*-Arten solitär leben, enthält ein Stengel normalerweise nur ein Nest, das von einem Weibchen gebaut wird. Einmal konnte ich aber beobachten; wie zwei Weibchen von *C. cyanea* in dem gleichen Brombeerstengel mit der Nestanlage begannen und mehrere Brutzellen in jeweils separaten Gängen anlegten. Dieses Verhalten zeigt Anklänge an das der japanischen Art *C. japonica*, die normalerweise ebenfalls solitär lebt, aber bereits Tendenzen zum Sozialverhalten zeigt. Zwei, drei oder vier Weibchen leben bisweilen in einem meist wiederbenützten Nest zusammen (»multifemale nests«) (vgl. SAKAGAMI & MAETA 1984). Die Partnerinnen sind meist miteinander verwandt und entweder Mutter oder Tochter. Es gibt eine deutliche Trennung von Aufgaben, insbesondere der Nestbewachung und des Futtersammelns. Die Hauptwächterin ist zugleich auch die Haupteierlegerin, während die untergeordnete Eierlegerin die Hauptpollensammlerin ist. Bei beiden wird aber Oophagie (Eierfraß) beobachtet. Vor der Eiablage wird der Pollenballen neu geformt, wobei das bereits von der Partnerin abgelegte Ei gefressen wird. Futteraustausch zwischen den Bienen ist bei *C. japonica* ziemlich häufig.

Keulhornbienen-Nester in Stengeln, deren Markdurchmesser größer als 6 mm ist, werden bisweilen von der Mauerbiene *Osmia tridentata* zerstört, indem diese ihren eigenen Nistgang ausnagt. Aufgrund ihrer Größe benötigt sie jedoch mindestens 5–6 mm Markdurchmesser.

Nach einer Angabe von FRIESE (1896) und einer Beobachtung von GROZDANIĆ (1968) soll die Dusterbiene *Stelis ornatula* bei *Ceratina* schmarotzen.

Möglicherweise hatten diese Autoren Mischnester von *Ceratina* und einer stengelbewohnenden *Osmia* (z. B. *O. leucomelana*) vor sich. Daß *Stelis ornatula* bei *Ceratina* als Kuckuck auftritt, halte ich für unwahrscheinlich, denn die Entwicklung von *Stelis*, die in Diapause geht, und von *Ceratina*, die noch im Herbst schlüpft, ist nicht miteinander synchronisiert. In den vielen *Ceratina*-Nestern, die ich untersucht habe, ist mir nie eine *Stelis* begegnet. Nicht auszuschließen ist eine zufällige oder »versehentliche« Parasitierung der *Ceratina*-Brutzellen durch *Stelis*.

3.2.37 *Nomada*, Wespenbienen

Die Erscheinungszeit fällt bei den meisten *Nomada*-Arten in den Frühling, wenige Arten (z. B. *N. argentata*, *N. flavopicta*) fliegen erst im Hoch- oder Spätsommer. Fast alle Arten haben nur eine Generation, manche (z. B. *N. fucata*, *N. lineola*, *N. fabriciana*, *N. flavoguttata*) weisen eine zweite Generation auf. Die bereits im Frühjahr fliegenden Arten überwintern im Stadium der Imago.

Im Blütenbesuch, der nur der Eigenversorgung dient, sind viele Arten nicht wählerisch. Im zeitigen Frühjahr finden wir die Wespenbienen z. B. auf Huf-lattich (*Tussilago farfara*) oder an Weiden (*Salix*), später an Stachelbeeren (*Ribes uva-crispa*), im Mai oft auf Löwenzahn (*Taraxacum officinale*), im Juni auf Acker-Senf (*Sinapis arvensis*), im Hochsommer auf verschiedenen Korbblütlern und im August auf Heidekraut (*Calluna vulgaris*) sowie verschiedensten anderen Pflanzen. Wenige Arten beobachten wir regelmäßig auf den Blüten(köpfchen) der Pollenquellen ihrer Wirte, so z. B. *N. armata* auf der Wiesen-Knautie (*Knautia arvensis*) oder *N. argentata* auf der Tauben-Skabiose (*Scabiosa columbaria*); eine Bindung an diese Nektarquellen liegt jedoch nicht vor. Meist treffen wir die Wespenbienen, vor allem die Weibchen, jedoch an den Nistplätzen ihrer Wirte, u. a. an sandigen Abhängen, an Wegrändern, in Sand-, Kies- und Lehmgruben oder an Waldrändern. Ihr eigenartiger Flug bei der Nestsuche verrät dem Kenner sofort, daß er Kuckucksbienen vor sich hat. Zum Schlafen verbergen sich manche Wespenbienen in den Blüten(köpfchen) verschiedener Pflanzen, wie Glockenblumen (*Campanula*) oder Wegwarte (*Cichorium intybus*) oder beißen sich an dünnen Pflanzenstengeln fest, v. a. von Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*), aber auch an grünen Pflanzenteilen.

Wespenbienen gehören zu den Kuckucksbienen. Der größte Teil der Arten lebt brutparasitisch in den Nestern von Sandbienen (*Andrena*). Die übrige

gen parasitieren bei Zottelbienen (*Pamurgus*), Furchenbienen (*Lasioglossum*), Sägehornbienen (*Melitta*) und Langhornbienen (*Eucera*). Die Wirtsspezifität ist oft sehr hoch, d.h. die jeweilige *Nomada*-Art hat, zumindest im mitteleuropäischen Raum, nur eine einzige Wirtsart. So schmarotzt *N. argentata* ausschließlich bei *Andrena marginata*, *N. armata* bei *Andrena hattorfiana* und *N. similis* bei *Pamurgus banksianus*. Andere Wespenbienen haben wenige nahverwandte Arten als Wirte. So parasitieren *N. flavopicta* bei *Melitta*-Arten (z.B. *M. leporina* und *M. tricineta*) und *N. sexfasciata* bei *Eucera*-Arten (z.B. *E. tuberculata*, *E. longicornis* und *E. interrupta*). Die einzelnen Wirt-Parasit-Beziehungen sind im Speziellen Teil des Buches bei der Gattung *Nomada* angeführt.

Die *Nomada*-Weibchen zeigen im Bereich der Wirtsnester einen charakteristischen Suchflug. Oft nehmen sie wenige Zentimeter vom Nesteingang eine »Lauerstellung« ein, nachdem sie offenbar olfaktorisch festgestellt haben, ob sich ein Wirtsweibchen im Nest befindet. Vor dem Eindringen müssen die *Nomada*-Weibchen bei manchen Wirten (z.B. *Andrena clarkella*, *A. nycthemera*, *A. vaga*) die verscharrten Eingänge aufgraben. *N. leucophthalma*-Weibchen verscharrten diese nach offenbar erfolgter Eiablage wieder (eig. Beob.), während *N. lathburiana* bei *Andrena cineraria* das Wirtsnest ohne ein derartiges Verhalten verließ (GEBHARDT & RÖHR 1987). Manchmal schlüpfen die Wespenbienen bei Anwesenheit ihres Wirtes ins Nest, wie ich dies bei *N. leucophthalma* und *Andrena clarkella* beobachten konnte.

Die Dauer der Nestaufenthalte mit wahrscheinlicher Eiablage betrug bei *N. leucophthalma* 15–27 min, bei *N. goodeniana* 6–12 min und bei *N. rufipes* 14–19 min (GEBHARDT & RÖHR 1987). Im Falle neuweltlicher Arten geben LINSLEY & MACSWAIN (1955) für *N. opacella* 4–7 min, EICKWORT & ABRAMS (1980) für *N. articulata* 3 min an. Einmal aufgefundene Wirtsnester werden immer wieder aufgesucht, d.h. das *Nomada*-Weibchen kehrt immer wieder zu den Wirtsnestern zurück, dessen Lage es sich offenbar eingeprägt hat. Von GEBHARDT & RÖHR (1987) markierte *N. goodeniana*-Weibchen flogen maximal 6 Wochen an der Nestansammlung, unternahmen aber auch in benachbarten Bereichen Suchflüge.

Treffen zwei Weibchen ein und derselben *Nomada*-Art im Nestbereich aufeinander, verhalten sie sich oft aggressiv, wobei ein Weibchen das andere zu vertreiben versucht (vgl. LINSLEY & MACSWAIN 1955, GEBHARDT & RÖHR 1987). Nach TENGÖ (1984) entsteht bei *Nomada*-Arten aufgrund dieses

interspezifischen Aggressionsverhaltens ein Territorialsystem mit dem Ergebnis, daß in einem *Andrena*-Nest nur ein oder sehr wenige *Nomada*-Weibchen zur Eiablage kommen.

Die Eier werden offenbar nur in Zellen abgelegt, die gerade verproviantiert wurden (vgl. ROZEN 1977). Die Entwicklung verläuft wie bei anderen Brutparasitischen Bienen, indem die Wespenbienen-Larve das Wirtsei frißt oder die Wirtslarve tötet und dann selbst den für die Wirtslarve vorgesehenen Futterbrei verzehrt (LINSLEY & MACSWAIN 1955).

Treffen sich Wirts- und Kuckucksbiene im Nest oder davor, ist keinerlei aggressives Verhalten, erst recht kein Kampf zu beobachten (vgl. TENGÖ & BERGSTRÖM 1977). *Andrena*-Weibchen reagieren auf die Anwesenheit der Wespenbienen auch sonst in keiner auffälligen Weise (GEBHARDT & RÖHR 1987). Lediglich die bei neuweltlichen *Agapostemon virescens* (F.) (Halictidae) parasitierenden *N. articulata*-Weibchen wurden am Nesteingang stets angegriffen (EICKWORT & ABRAMS 1980). Bereits FRIESE (1888) vermutete den typischen, auch vom Menschen wahrnehmbaren Duft von *Nomada* als Grund für das meist zu beobachtende friedfertige Verhalten. Dieses Fehlen jeglicher Aggressivität überrascht insofern, als viele Bienen ihr Nest gegen Eindringlinge verteidigen, wobei Düfte ebenfalls eine Rolle spielen.

Beide Geschlechter von *Nomada* erzeugen in ihren Kopfdrüsen relativ große Mengen von Sekreten, wobei deren chemische Zusammensetzung bei Männchen und Weibchen nur eine geringe Ähnlichkeit zeigt. Bei einigen *Nomada*-Arten waren die Hauptkomponenten der Kopfdrüsen-Sekrete der Männchen jedoch identisch mit denen der Dufour-Drüse des Weibchens ihres Hauptwirtes. BERGSTRÖM & TENGÖ (1977) deuten bei den *Andrena*-*Nomada*-Artpaaren, die diese chemische Übereinstimmung zeigen, die Beziehungen zwischen Wirt und Parasit folgendermaßen: *Andrena*-Weibchen und -Männchen werden durch den Duft des Nistplatzes angelockt (vgl. BUTLER 1965). *Nomada*-Weibchen werden ebenso durch Düfte bei der Suche eines Wirtsnestes geleitet. Es ist daher wahrscheinlich, daß sie sich nach bestimmten Duftkomponenten der *Andrena*-Weibchen richten. *Nomada*-Weibchen empfangen die gleichen Komponenten auch während der Paarung vom Männchen, denn diese Stoffe werden von den männlichen Kopfdrüsen emittiert und auf das Weibchen übertragen. Die geringe Flüchtigkeit dieser Substanzen trägt mit dazu bei, daß die Duftstoffe während einer langen Zeitspanne von dem *Nomada*-Weibchen abgegeben werden. Diese Duftstoffe unterdrücken möglicher-

weise ein aggressives Verhalten der *Andrena*-Weibchen gegenüber ins Nest eindringenden *Nomada*-Weibchen. *Andrena* als Wirt und *Nomada* als Parasit gehören verschiedenen Bienenfamilien an. Systematisch gelten sie daher als nicht näher miteinander verwandt. Das Wirt-Parasit-Verhältnis besteht vermutlich schon sehr lange, so daß *Nomada* ein Signal-System entwickeln konnte, das an das von *Andrena* angepaßt ist und das als »Duft-Mimese« (Duft-Tarnung) bezeichnet werden kann.

3.2.38 Epeolus, Filzbienen

Die wenigen mitteleuropäischen Arten der Gattung *Epeolus* sind ausgesprochene Hochsommerformen, die ab Juli erscheinen, im Laufe des Septembers wieder verschwunden sind und nur eine Generation im Jahr haben. Im Blütenbesuch, der nur der Eigenversorgung dient, sind sie nicht wählerisch, doch wird man sie oft auf den gleichen Blüten wie ihre Wirte antreffen, den *E. variegatus* z. B. oft auf Rainfarn (*Tanacetum vulgare*).

Alle Filzbienen sind Kuckucksbienen, die Brutparasitisch in den Nestern überwiegend von Seidenbienen (*Colletes*) leben. Einzelheiten der Eiablage und Larvalentwicklung heimischer Arten sind noch unbekannt*. Die häufigste und am weitesten verbreitete dürfte *E. variegatus* sein, der bei *Colletes daviesianus*, *C. fodiens* und *C. similis* parasitiert. Der nur in Sandgebieten vorkommende *E. cruciger* lebt bei *Colletes marginatus* und *C. succinctus*. Der im Alpengebiet, an den Nordseeküsten und in Nordeuropa verbreitete *E. alpinus* schmarotzt bei *Colletes floralis* und *C. impunctatus*.

Von den in der Bundesrepublik nicht nachgewiesenen Arten ist der aus den Niederlanden bekannte *E. tarsalis* (= *E. rozenburgensis*) ein Kuckuck von *Colletes halophilus*; der im östlichen Mitteleuropa vorkommende *E. schummeli* lebt bei *Colletes nasutus*, der südöstliche *E. fasciatus* bei *Colletes punctatus*. *E. tristis* wird verschiedentlich zu der selbständigen Gattung *Triepeolus* gestellt, ein Taxon, das hauptsächlich in der Neuen Welt vertreten ist. Im Gegensatz zu den meisten *Epeolus* leben *Triepeolus* bei verschiedensten Bienen, vor allem bei Langhornbienen (Eucerini). Der mitteleuropäische *E. (Triepeolus) tristis* dürfte ebenfalls eine Langhornbiene als Wirt haben und zwar *T. macroglossa*.

* Nach Abschluß des Manuskriptes erschienen 1988 zwei ausführliche Arbeiten von TORCHIO et al. und von TORCHIO & BURDICK über die beiden nordamerikanischen Arten *Colletes kincaidii* und *Epeolus compactus*.

3.2.39 Epeoloides, Schmuckbienen

Schmuckbienen sind im Blütenbesuch nicht wählerisch; man trifft sie daher auf allen möglichen Pflanzen an. Die Männchen patrouillieren im Hochsommer an den Nistplätzen, wo sie ihre Weibchen erwarten. Die wenigen bekannten Arten der Gattung sind Kuckucksbienen, die Brutparasitisch in den Nestern von Schenkelbienen (*Macropis*) leben. So parasitiert die einzige heimische Art *Epeoloides coeutiens* bei *Macropis labiata* und *M. fulvipes*. Einzelheiten der Biologie und Larvalentwicklung der meist seltenen Art sind noch nicht bekannt geworden.

3.2.40 Biastes, Kraftbienen

Die durchweg sehr seltenen *Biastes*-Arten sind Kuckucksbienen, die Brutparasitisch in den Nestern verschiedener Arten der Familie Halictidae leben und zur Eigenversorgung die unterschiedlichsten Blüten besuchen. Einzelheiten der Biologie sind noch unbekannt. *B. truncatus* fliegt im Juli und August und parasitiert bei den Glanzbienen *Dufourea dentiventris* und *D. inermis*. *B. emarginatus* fliegt im Juli und parasitiert bei den Schlüßbienen *Rophites algeris* und *R. quinquespinosus*. *B. brevicornis* übernachtet oft in den Blüten von Winden (*Convolvulus*), den Nahrungspflanzen seiner Wirte, den Spiralthornbienen *Systropha curvicornis* und *S. plandens*.

3.2.41 Pasites, Kurzhornbienen

Der in der Bundesrepublik Deutschland bisher nicht nachgewiesene *Pasites maculatus* fliegt im Hochsommer in einer Generation, besucht alle möglichen Blüten zur Eigenversorgung und lebt Brutparasitisch bei den Schienenbienen *Pseudapis femoralis*, *P. diversipes* und verwandten Arten. Der westwärts bis zum Neusiedler See vorkommende *P. (Parammobatodes) minutus* parasitiert bei Buntbienen (*Camptopoeum*). Über die Biologie liegen nur geringe Erkenntnisse vor (vgl. ROZEN 1986).

3.2.42 Ammobates, Sandgängerbienen

Die sehr seltene Sandgängerbiene *Ammobates punctatus* fliegt im Hochsommer, besucht zur Eigenversorgung die verschiedensten Blüten und lebt ausschließlich in Sandgebieten Brutparasitisch bei der Pelzbiene *Anthophora bimaculata*. Einzelheiten der Biologie sind noch nicht bekannt geworden.

3.2.43 Ammobatoides, Steppenglanzbienen

Die im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland noch nicht nachgewiesene, jedoch aus den östlichen Nachbarländern bekannte Steppenglanzbienne *Ammobatoides abdominalis* fliegt im Juni und Juli. Sie lebt Brutparasitisch in den Nestern der Schwebebiene *Melitturga clavicornis* und wahrscheinlich auch bei anderen *Melitturga*-Arten. Einzelheiten der Biologie sind noch nicht bekannt geworden.

3.2.44 Bombus, Hummeln

Hummeln kann man von den ersten warmen Frühlingstagen bis in den Herbst hinein beobachten. Einige Arten können als Ubiquisten bezeichnet werden, da sie in verschiedensten Lebensräumen angetroffen werden und auch im Siedlungsbereich ausreichend Existenzmöglichkeiten vorfinden (z. B. *Bombus terrestris*, *B. lapidarius*, *B. pascuorum*, *B. hortorum*, *B. pratorum*). Andere Arten finden wir vorwiegend im Wald, an Waldrändern und in parkartigem Gelände, wie *B. hypnorum*, der aber auch in Siedlungen vertreten ist. Arten des offenen Geländes sind z. B. *B. subterraneus*, *B. distinguendus* und *B. jonellus*. *B. wurfleini* findet man besonders in den Mittelgebirgen. *B. confusus* hat seinen Verbreitungsschwerpunkt auf Trockenhängen. *B. muscorum* ist vor allem in Feuchtgebieten anzutreffen. *B. cultumamus* ist eine typische Küstenhummel. Eine ganze Reihe von Hummelarten ist in Mitteleuropa vorwiegend im Alpenraum, teils bis in Höhen weit über 2000 m, verbreitet, z. B. *B. gerstaeckeri*, *B. mesomelas*, *B. sicheli*, *B. pyrenaicus*, *B. mendax* und *B. alpinus*. Hinweise zu den Lebensraumsprüchen von Hummeln finden sich auch bei REINIG (1972, 1973).

Was den Blütenbesuch angeht, so verhalten sich Hummeln in vieler Hinsicht anders als andere Wildbienen. Bei ihnen ist noch mehr zwischen Nektar- und Pollenbesuchen zu unterscheiden, u. a. deshalb, weil Hummeln getrennte Nektar- und Pollenvorräte anlegen und auch innerhalb der Völker eine mehr oder weniger starke Arbeitsteilung in Nektar- und Pollensammlerinnen gegeben ist. Hinsichtlich der Nektarquellen sind v. a. langrüsslige Hummeln dazu befähigt, Blüten mit langen Kronröhren auf normalem Wege zu nutzen. Schmetterlingsblütler (Fabaceae), Lippenblütler (Lamiaceae), Rauhhautgewächse (Boraginaceae) und der Eisenhut (*Aconitum*) gehören zu den Lieblingspflanzen dieser Arten. Bei kurzrüssligen Hummeln ist besonders

häufig Nektarraub zu beobachten, vor allem an solchen Pflanzen, deren Kronröhre zu lang ist, um auf normalem Weg zum Nektar zu gelangen. Als Pollenquellen werden zahlreiche Arten aus den verschiedensten Pflanzenfamilien genutzt, so daß wir Hummeln als ausgesprochen polyektische Bienen bezeichnen können. Ähnlich wie die Honigbiene nutzen Hummeln auch exotische Pflanzen und solche, die von anderen Wildbienen nie besucht werden.

Über die Biologie der Hummeln liegen zahlreiche Angaben vor, so z. B. von HOFFER (1882), W. WAGNER (1907), BUTTEL-REEPEN (1907), ARMBRUSTER (1914), BISCHOFF (1927), HASSELROT (1952), GOETSCH (1953), STEIN (1956) sowie LEHMENSICK & STEIN (1958). Allgemeine Darstellungen geben SLADEN (1912), FREE & BUTLER (1959), ALFORD (1975), HEINRICH (1979a), POUVREAU (1985) und HAGEN (1986).

Allgemeiner Lebenszyklus

Der Lebenszyklus der Hummeln verläuft in den gemäßigten Breiten im großen und ganzen folgendermaßen: Hummeln bilden einjährige Völker. Die Nester (Kolonien) werden im Frühjahr von einzelnen überwinterten Weibchen (Königinnen) gegründet. Die ersten Arbeiterinnen werden von der Königin allein aufgezogen. Im Laufe des Sommers werden unter deren Mithilfe weitere Bruten von Arbeiterinnen und im Spätsommer und Herbst neue Königinnen erzeugt. Zur gleichen Zeit entstehen auch die Männchen (Drohnen). Das Volk geht im Herbst zugrunde; nur die jungen, von den Drohnen begatteten Königinnen überwintern. Bei den Hummeln gibt es also drei Formen: Königinnen, Arbeiterinnen und Männchen. Hummeln sind demnach primitiv eusoziale Bienen. Alle Individuen einer Kolonie stammen von einem einzigen Weibchen ab, das 12–15 Monate lebt. Die Nestgründung ist also monogyn (vgl. MICHENER 1969). In den gemäßigten Breiten haben die Hummelkolonien nur eine Generation im Jahr. Lediglich von *B. jonellus subboREALIS* Richards wurde aus dem nördlichen Norwegen eine partielle zweite Generation gemeldet (MEIDELL 1968, DOUGLAS 1973). Bei dieser Art gründen ein Teil der Jungköniginnen im Sommer neue Kolonien, deren Arbeiterinnen im August erscheinen. Während in unseren Breiten die Hummelvölker den Winter also nicht überdauern, gibt es tropische Hummelarten, deren Kolonien mehrere Jahre alt werden. In nördlichen Breiten (Lapland, Grönland) sind die Lebensbedingungen zu ungünstig, als daß sich mehrere Bruten von Arbeiterinnen entwickeln können. Aus der ersten, von der Königin allein

versorgten Brut entstehen bereits die neuen Königinnen und Drohnen.

Erscheinen der Königinnen im Frühjahr

Im Frühjahr erscheinen junge, begattete Weibchen, die sogenannten Königinnen. Sie haben die vergangenen 6–8 Monate in einem geschützten Versteck überwintert. Je nach Hummelart liegt die Erscheinungszeit zwischen Anfang März und Anfang Juli. Am frühesten treten *B. terrestris* und *B. pratorum* auf (Mitte März), als letztes erscheinen *B. pascuorum*, *B. hortorum* und *B. sylvarum* (Mitte April).

Nistplätze

Kaum aus dem »Winterschlaf« erwacht, versorgt sich die Hummelkönigin mit Nektar und Pollen bereits aufgeblühter Frühlingsblumen nicht nur, um Flugenergie zu tanken, sondern auch zur Entwicklung ihrer Ovarien (Eierstöcke), die nach der Überwinterung noch klein sind. Bald beginnt sie, einen geeigneten Platz zur Nestanlage zu suchen, wofür sie unter Umständen zwei Wochen benötigt. In dieser Zeit sieht man sie oft entlang von Hecken, Mauern, Böschungen und Grabenrändern langsam über dem Boden fliegen und jede Höhlung inspizieren.

Die Hummeln nisten je nach Art entweder oberirdisch in hohlen Bäumen, in verlassenen Vogelnistkästen, in Eichhörchnennestern (z.B. *B. hypnorum*), in Felsspalten, an der Erdoberfläche in der Krautschicht oder unter Moos (z.B. *B. pascuorum*, *B. humilis*, *B. ruderarius*, *B. muscorum*), oder unterirdisch in Mäuse- oder Maulwurfsnestern (z.B. *B. terrestris*, *B. lapidarius*, *B. subterraneus*). Die Örtlichkeiten können allerdings bei ein und derselben Art auch erheblich wechseln. So finden sich Nester von *B. lapidarius* sowohl in der Erde als auch oberirdisch in Höhlungen von Trockenmauern. *B. pascuorum* nistet sowohl in der Krautschicht als auch in Vogelnistkästen. Auch in menschlichen Behausungen (Dachböden) stellen sich Hummeln als Bewohner ein (z.B. *B. hypnorum*). Königinnen vermögen auch einen Vogel aus seiner Nisthöhle zu vertreiben. Am ehesten gelingt dies zur Zeit der Eiablage, wenn der Vogel sich nur wenig im Nest aufhält (LÖHRL 1960). Bei unterirdisch nistenden Arten befindet sich das Nest in der Regel nicht tiefer als ein Meter unter der Erdoberfläche.

Wichtig ist, daß es sich bei dem Nistplatz um einen geschützten, trockenen Hohlraum handelt. Als günstig erweist es sich, wenn bereits trockenes Moos, Gras, Blätter, Tierhaare und ähnliches Material von den vorherigen Bewohnern angehäuft wurde. Einige in der Krautschicht nistende Arten

(z.B. *B. humilis*, *B. pascuorum*) können einen Hohlraum auch selbst herrichten und vergrößern, indem Gras und anderes trockenes Material aus geringer Entfernung zum Nest transportiert wird. An einem geschützten Platz, z.B. in einem Schuppen, wird das Nest bisweilen offen begonnen und nach und nach zugedeckt. Ein isolierendes Genist zur Umhüllung der Brut ist für die Aufrechterhaltung einer bestimmten Nesttemperatur notwendig. In künstlichen Nisthilfen werden auch Zeitungspapier und Watte zerbissen und verarbeitet. STEIN (1956) traf bei *B. lapidarius* sogar Federn als Rohstoff für die Nesthülle (das Nest befand sich in einem Hühnerstall). Mitunter wird über der Wabe eine Wachshülle gebaut (*B. lapidarius*), die einige Öffnungen zur Ventilation besitzt. Solch ein wächserner »Baldachin« kommt vor allem bei unterirdisch nistenden Arten vor. Das Nistmaterial kann auch mit Nektar verklebt sein. Alte Nester werden normalerweise nicht wieder benutzt. Wenn dies aber dennoch geschieht, z.B. wenn eine Jungkönigin zu ihrem Geburtsnest zurückkehrt, wird den alten Waben keinerlei Beachtung geschenkt und daher auch deren Wachs nicht für das eigene Nest verwendet. Bei *B. mendax* konnte HAAS (1976) feststellen, daß das vorjährige mütterliche Nest wieder besiedelt wurde. Hummelnester sind also völlig verschieden von denen der in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Arten.

Koloniegründung

Erscheint dem Weibchen der Nistplatz geeignet, prägt es sich beim ersten Ausflug das Flugloch genau ein. Nach einem ausgedehnten Sammelflug (jedoch noch ohne Pollen) kommt es am späten Nachmittag wieder und bleibt ohne weitere Ausflüge bis zum nächsten Tag im Nest. Während dieser Nacht wird lediglich eine Bruthöhle innerhalb des Genistes zurechtgemacht, jedoch noch kein Eiertopf errichtet (DÖTLINGER 1967). Während dieser Zeit führen Störungen meist dazu, daß die Königin die Nestgründung wieder aufgibt. Als Verbindung zur Außenwelt bleibt ein Flugloch oder ein Tunnel offen. Der Boden des Nestes wird gelegentlich mit Wachs beschichtet.

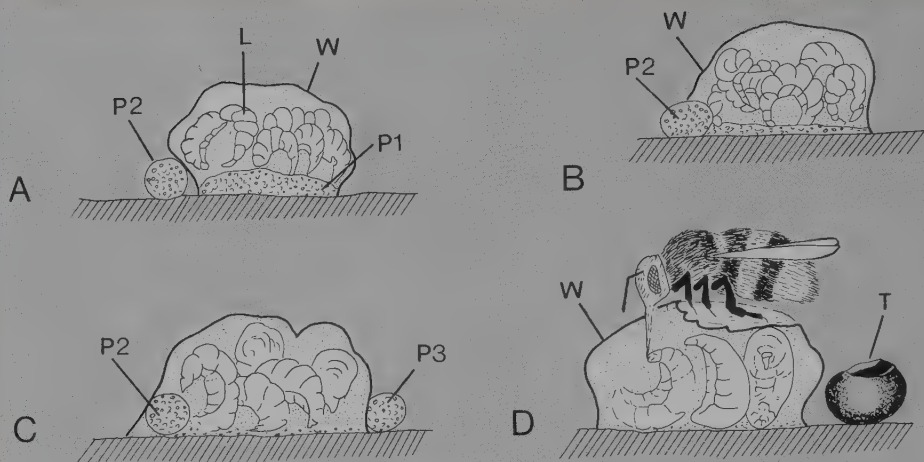
In der Nestmulde errichtet die Königin eine Brutzelle, indem sie auf den Boden aus den »Höschchen« ihrer Hinterbeine den nektarfeuchten Pollenbrei abstreift und zu einem Pollenklumpen formt. Unweit des Eingangs baut die Königin einen fingerhutartigen »Honigtopf«. Dieser ist etwa 2 cm hoch, sein Durchmesser beträgt 1 cm. Er besteht aus Wachs, das aus Hautdrüsen zwischen den Bauch- und Rückensegmenten des Hinterleibs als Schüppchen aus-



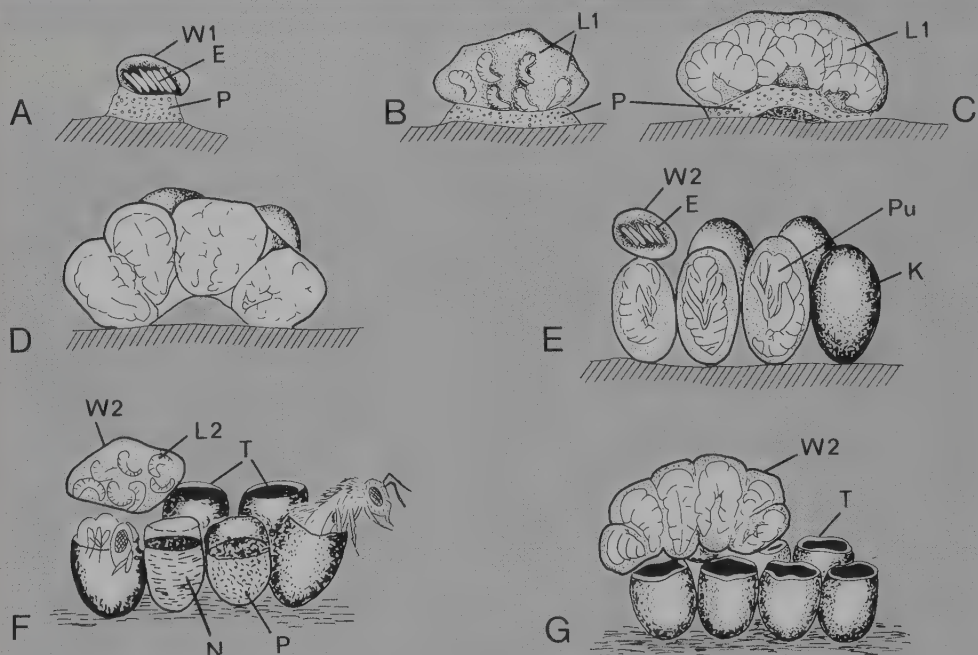
Nest der Steinhummel *Bombus lapidarius* in einem Hummelkasten. Beachte die Wachshülle, die die Wabe weitgehend bedeckt.



Nest der Ackerhummel *Bombus pascuorum* in einem Hummelkasten. Die dunkelbraunen blasigen Gebilde sind Larvenkammern, die gelblichen sind Kokons mit Puppen. Dazwischen stehen die nektargefüllten Honigtöpfe.



Aufbau einer Brutzelle in einem Hummelnest (*Bombus*). A, B, C: Larvenernährung des Typs »Pocketmaker« (*B. pascuorum*) (P1-P3 = Pollenproviante für die sukzessive Larvenfütterung, L = Larven, W = wächserne Brutkammer). D: Typ »Pollenstorer« (T = Nahrungsstopf außerhalb der Larvenkammer). (nach POUVREAU 1985).



Entwicklung einer Brutzelle bei Hummeln (*Bombus*). A: Initialphase nach Ablage der Eier (E) auf dem Pollenproviant (P) und unter einer Wachshülle (W1), die zur Larvenkammer wird. B, C: Heranwachsen der Larven (L1). D: Stadium der Vorpuppe (Ruhelarve), in dem die Larven beginnen, sich in Kokons einzuspinnen. E: Die Larven haben sich zur Puppe (Pu) weiterentwickelt und die Kokons (K) sind voneinander isoliert. In diesem Stadium fertigt die Königin eine zweite wächserne Eikammer (W2). Während sich darin die zweite Larvengeneration (L2) entwickelt, schlüpfen aus den Kokons die Arbeiterinnen der ersten Generation und die leeren Kokons werden zu Aufbewahrungstöpfen (T) für Nektar (N) oder Pollen (P) (nach POUVREAU 1985).

geschwitzt wird. Von ihrem ersten Sammelflug zurückgekehrt, erbricht die Königin den Nektar aus ihrem Kropf und füllt den Honigtopf als Nahrungsreserve für Schlechtwetterperioden. Die Reihenfolge der einzelnen Handlungen variiert von Art zu Art. Die Errichtung der Brutzelle geht z.B. bei *B. pascuorum*, *B. hortorum* und *B. lapidarius* dem Bau des Honigtöpfchens voraus, beides kann aber auch gleichzeitig oder in umgekehrter Reihenfolge geschehen (ALFORD 1970). FREE & BUTLER (1959) geben an, daß zumindest bei einigen Arten zuerst eine wächserne Brutzelle gefertigt und dann – noch vor der Eiablage – Pollen in ihr deponiert wird. Bei den meisten Arten dürfte der Honigtopf aber vor der Brutzelle gebaut werden. Auf den Futtervorrat legt die Königin 8–16 Eier. Nach der Eiablage überdeckt die Königin das ganze mit Wachs, das stark luftdurchlässig ist und sich daher zum Umhüllen der Larven eignet. Sie wärmt (»bebrütet«) nun die Eier, indem sie sich wie eine Bruthenne auf die Wachskammer setzt. Die Errichtung der nächsten Brutkammer mit Eiern erfolgt erst dann wieder, wenn die erste Brut sich bereits im Puppenstadium befindet.

Es kommt vor, daß bei einem Nistplatzmangel ein bereits bestehendes Nest von einer anderen Königin gewaltsam in Besitz genommen wird. Die rechtmäßige Besitzerin wird verjagt oder durch Stiche getötet, ihre Larven werden aus ihrer Umhüllung herausgezerrt. Das eingedrungene Weibchen formt dann unter Verwendung des vorhandenen Wachses ihren eigenen Eiertopf.

Entwicklung und Versorgung der Larven

In der ersten Brutzelle schlüpfen die Larven nach 3–5 Tagen und ernähren sich gemeinsam vom Pollenvorrat. Wenn dieser verbraucht ist, beißt die Königin das Wachsnäpfchen auf, versorgt die Larven mit nektarfeuchtem Pollen und verschließt die Brutkammer wieder. Dies wird unter Umständen mehrfach wiederholt. Die Königin selbst ernährt sich in dieser Zeit aus dem mit Nektar gefüllten Honigtopf. Das Nest verläßt sie nur wenige Male zum Nektar- und Pollensammeln. Die Larven wachsen in dem Brutnäpfchen heran, das nach und nach mit Wachs erweitert werden muß. Auf diese Weise entsteht ein blasiges Gebilde mit mehreren Erhebungen. Die Hummellarven befinden sich noch in einer gemeinsamen Kammer, beginnen sich aber im Alter von rund 8 Tagen abzusondern. Jede Larve spinnt um sich selbst einen Seidenkokon und verpuppt sich darin. Nach dem Spinnen des Kokons exkrementieren die Larven, so daß der Kot innerhalb des Kokons liegt und nicht außerhalb wie bei den meisten

kokonspinnenden Bienenarten. Die Reste der Wachswand werden von der Königin abgenagt und weiter verwendet. Jeweils mehrere Eier werden in weiteren Wachskammern eingehüllt, die auf der Außenseite der ersten und der nachfolgenden Kokonhaufen errichtet werden. Rund drei Wochen nach der Nestgründung schlüpfen die ersten Arbeiterinnen aus ihren Kokons. Nach 1–2 Tagen sind sie trocken. Die Arbeiterinnen dieser ersten Brut sind aufgrund des geringen Nahrungsangebots im Gegensatz zu den späteren Bruten oft winzig klein. Sie unterstützen dennoch die Königin bei ihrer Arbeit und übernehmen mit der Zeit sämtliche Sammeltätigkeiten, bauen Honigtöpfe, versorgen die heranwachsende Brut und verteidigen das Nest, legen aber im Normalfall keine Eier. Es tritt also eine Arbeitsteilung ein. Wenige Tage nach dem Schlüpfen der ersten Arbeiterinnen fliegt die Königin normalerweise nicht mehr aus, sondern bleibt im Nest. (Nach AICHORN 1976 fliegen Königinnen von *B. pascuorum* bis in den Sommer hinein noch aus.) Sie widmet sich nun ihrer Hauptaufgabe, der Eiablage. Auf den gelben Kokons werden weitere Wachszellen gebaut und mit Eiern gefüllt.

Bei Hummeln kennt man zwei Arten der Speicherung von Pollen im Nest. Im ersten Fall wird der Pollen in die verlassenen, gereinigten und mit einem Wachsrand zylinderförmig verlängerten Kokons gefüllt, die also zu Aufbewahrungstöpfen werden. Diese Art der Pollenaufbewahrung findet sich überwiegend bei kurzrüssligen Hummelarten, für die deshalb SLADEN (1912) den (englischen) Begriff »pollen-storer« (Pollenaufbewahrer, Topfmacher) geprägt hat. Zu diesem Typ gehören z.B. *B. lapidarius*, *B. terrestris*, *B. pratorum* und *B. soroensis*. Die heranwachsenden Larven werden durch Auswürgen von Futterbrei in den oberen Teil der Zelle versorgt. Das Futter wird den Vorratstöpfen entnommen. Die zweite Art der Pollenspeicherung besteht darin, daß der Pollen in separaten Wachsbehältern (Taschen) eingelagert wird, die unmittelbar an der Basis der Brutwaben errichtet werden. Diese Taschen sind zur Brutzelle hin offen, so daß die Larven den Pollen kontinuierlich daraus fressen können. Diese Form der Pollenspeicherung findet sich vorwiegend bei langrüssligen Hummelarten, die dementsprechend »pocket-makers« (Taschenmacher) genannt werden. Diesem Typ werden *B. pascuorum*, *B. hortorum*, *B. ruderarius*, *B. humilis* und *B. sylvarum* zugerechnet. *B. mendax* gehört nach HAAS (1976) keinem dieser beiden Typen an, sondern muß einer eigenen Gruppe zugerechnet werden, für die er den Begriff »Waben-Bauer« (honeycomb-builders) vorschlägt. *B. mendax* unterscheidet sich von anderen Hummel-



Geöffnete Wachselle von *Bombus pascuorum* mit Eiern.



Junge Larven von *Bombus pascuorum* in ihrer geöffneten, wächsernen Zelle.

arten auch im Aufbau des Nestes, das drei deutliche getrennte Bezirke aufweist: das eigentliche Brutnest mit Eitönchen, Larvenballen und Puppenkokons; das Honignest aus 20–30 großen wächsernen Honigtöpfen; große, zylindrische, wächserne Pollentöpfe, die vom Brutnest getrennt sind.

Für das erste Gelege wird oft kein Pollenbecher bzw. keine Pollentasche angelegt (vgl. DÖTTINGER 1967). Der Nektar wird im Verlauf der Volkentwicklung ebenfalls in ausgedienten Kokons gespeichert. Im Laufe des Sommers wachsen zunehmend individuenreichere Bruten von Arbeiterinnen heran, die aufgrund der besseren Ernährung größer sind als die der ersten Brut. Je nach Art und Entwicklungsbedingungen schwankt die größte Volksstärke zwischen 50 und 600 Individuen. Unterirdisch nistende Hummelarten haben im Flachland in der Regel zahlreiche Arbeiterinnen (z. B. *B. lapidarius* 300–400), während Arten wie *B. pascuorum* und *B. pratorum* meist nur 30–40 Arbeiterinnen haben. Außerhalb Europas gibt es auch weitaus größere Völker: die volkreichste, im Freiland gefundene Kolonie wurde im Amazonasgebiet gefunden. Sie enthielt 3056 Individuen und gehörte zur Art *B. incarum* (DIAS 1958). MICHENER & LABERGE (1954) entdeckten im Süden Mexikos eine Kolonie von *B. medius* mit 2183 Tieren. Die einzelne Arbeiterin lebt 6–12 Wochen und bleibt unbegattet. Bis zu 15% von ihnen übernachteten außerhalb des Nestes (FREE 1955).

Die Hummelwabe wird meist kaum größer als ein Handteller. Mit ihren unregelmäßig angeordneten Zellen, die zum Teil über die leeren Kokons gebaut sind, macht sie eher einen »unordentlichen« Eindruck.

Erscheinen der Geschlechtstiere

Die Erzeugung von Geschlechtstieren (Königinnen, Männchen) erfolgt erst auf dem Höhepunkt der Entwicklung eines Hummelvolkes, wenn viele Arbeiterinnen zur Verfügung stehen. Dieser Zeitpunkt hängt von dem Witterungsverlauf und von der Hummelart ab. Am frühesten (Ende Juni oder Anfang Juli) liegt er in »normalen« Jahren bei Gartenhummeln (*B. hortorum*), Wiesenhummeln (*B. pratorum*) und Baumhummeln (*B. hypnorum*). Die meisten Arten erreichen ihre größte Volksstärke im Juli/August, manche Arten wie die Ackerhummel (*B. pascuorum*) sogar erst im September oder Oktober. Das Endziel der Hummelkolonie ist damit erreicht. Die pro Kolonie annähernd gleiche Anzahl von Königinnen und Männchen ist von Art zu Art verschieden. Ein starkes Volk von *B. lapidarius* kann 90, ein solches von *B. terrestris* 120 Königinnen produzieren. Die Jungköniginnen werden als Nestgründerinnen des folgenden Jahres von Männchen, die aus unbefruchteten Eiern entstanden sind, begattet. Es ist nahezu unmöglich, Männchen- von Arbeiterinnen-Kokons zu unterscheiden. Lediglich die Königinnen-Kokons sind viel größer als die der anderen Formen. Die Produktion der Männchen beginnt, wenn die Kolonie eine gewisse Dichte erreicht hat (RÖSELER 1967). Die Hauptflugzeit der Drohnen fällt bei den meisten Arten in die Monate Juli und August, bei *B. pratorum* bereits in den Juni. Nach dem Schlüpfen halten sie sich noch einige Tage im Nest auf, bevor sie dieses verlassen und meist nie mehr zu ihm zurückkehren. In bestimmten Fällen, z. B. wenn die Königin zugrunde ging, legen eine oder mehrere Arbeiterinnen Eier, aus denen sich aber immer Männchen entwickeln (vgl. RÖSELER



Blick auf die mit Pollen gefüllten Vorratsbehälter der Baumhummer *Bombus hypnorum*, einem »Pollenstorer«.

1974, 1977). Jungköniginnen beteiligen sich an verschiedenen Arbeiten im Nest (vgl. LEHMENSICK & STEIN 1958). Sie prägen sich die Umgebung ihres Geburtsnestes sehr genau ein und kennen im folgenden Frühjahr noch dessen Standort (HAGEN 1986). Bevor sie sich ins Winterquartier begeben, füllen sie ihren Kropf (»Honigblase«) mit Nektar. Sie suchen sich unter Moospolstern, in Streuhaufen oder unter Baumwurzeln ein geschütztes Versteck oder graben sich 5–20 cm tief in den Erdboden ein. Die alte Königin und die Arbeiterinnen sterben ebenso wie die Drohnen im Verlauf der nächsten Wochen ab.

Verteidigung der Kolonie

Große Kolonien (z.B. von *B. terrestris*) haben Wächterinnen am Nesteingang. Manche Arbeiterinnen verrichten Wachdienste über einen Zeitraum von mehreren Tagen hintereinander. Phasen mit Wachdiensten können sich abwechseln mit Sammeltätigkeiten und Arbeiten im Nest. Manchmal werden auch zurückkehrende Nestgeschwister attackiert. Möglicherweise haben diese Tiere ihren charakteristischen Nestduft verloren. Arbeiterinnen, die man zwangsweise dem Geruch einer fremden Kolonie aussetzt, werden ebenfalls sofort angegriffen, wenn sie in ihr eigenes Nest zurückkehren.

Hummelköniginnen sind untereinander stets aggressiv.

Bei menschlichen Störungen im Nestbereich verhalten sich die meisten Arten sehr friedfertig und zeigen kaum ein Verteidigungsverhalten, z.B. *B. pascuorum* und *B. lapidarius*. Sie legen sich oft auf den Rücken und spreizen ihre Mandibeln. Auf Blüten heben sie ein Mittelbein in Richtung des Störfrieds. *B. hypnorum* hingegen kann recht »wütend« werden. Die Arbeiterinnen fliegen gezielt das Gesicht oder sonstige offenliegende Körperpartien zum Stechen an. Auch *B. pratorum* und *B. terrestris* und andere kurzrüsslige Hummeln können stechlustig sein. Arbeiterinnen von *B. mendax* reagieren sehr aggressiv, wenn man am Nest hantiert (HAAS 1976).

Der »Hummeltrompeter«

Schon oft wurde berichtet, daß jeden Morgen eine bestimmte Hummel auf dem Nest sitzt und mit den Flügeln zittert, wobei ein charakteristischer Summton zu hören ist. Von diesem sogenannten »Trompeter« nahm man im 18. Jahrhundert an, er würde den Nestgeschwistern den Beginn der Arbeit mitteilen. Diese natürlich sehr menschliche Deutung wurde später durch die Ansicht ersetzt, bei den »Trompe-

tern« handele es sich um Junghummeln, die ihre Flügelmuskeln trainieren. Diese Interpretation machte wiederum der Meinung Platz, daß das Flügelzittern lediglich eine Ventilation zur Belüftung oder Kühlung des Nestes darstellt. Diese Deutung wurde von den meisten Autoren (u. a. BUTTEL-REEPEN 1903a, 1907b, BISCHOFF 1927) als plausible Erklärung akzeptiert. HAAS (1961) jedoch lehnte die Ventilations-Theorie ab. Aufgrund eigener Untersuchungen kam er zu dem Schluß, daß der »Trompeter« dann aktiv wird, wenn Licht ins Nest einfällt. Er nahm daher an, daß das »Trompeten« ein Lichtalarm ist, der insofern mit der Kolonieverteidigung zusammenhängt, als es die anderen Hummeln alarmiert. Ob man dies als gegeben ansieht oder nicht, widerspricht nicht der Tatsache, daß Hummeln ihr Nest durch Fächeln ventilieren.

Paarungsverhalten der Männchen

Das Paarungsverhalten der Männchen ist innerhalb der Gattung *Bombus* nicht durchgehend gleich. Von mehreren Arten wird berichtet, daß die Männchen um den Eingang eines Nestes ihrer eigenen Art herumschwirren und auf ausfliegende junge Weibchen warten, um sich mit ihnen zu paaren. An Nestern von *B. ruderarius* beobachtete BISCHOFF (1927) eine große Anzahl von darüber schwärmenden Männchen. KRÜGER (1951) erwähnt von der gleichen Art, daß die Männchen die Nester aufsuchen und über ihnen oft massenhaft hin und her fliegen. In einem von mehreren Nestern fand er ein kopulierendes Pärchen. REINIG (1960) beobachtete über ein Dutzend Gruppen von Männchen der Art *B. subterraneus*, die in der Luft über ebenso vielen Nestern dicht gedrängt schwärmten und dadurch den Standort eines Nestes mit jungen Weibchen anzeigten. FREE & BUTLER (1959) schildern ähnliches von *B. ruderarius* und *B. subterraneus*. In solchen Situationen kann es vorkommen, daß ein Männchen ein Weibchen bis in das Nest hinein verfolgt und sich dort mit ihm paart. Verschiedene Hummelforscher haben Paarungen im Nest beobachtet. Diese Art der Partnerfindung im unmittelbaren Nestbereich dürfte jedoch – zumindest im Freiland – als Ausnahme zu werten sein.

Viel häufiger patrouillieren die Hummelmännchen in bestimmten Territorien, den Orten der Begegnung mit den jungen Königinnen. Kein geringerer als DARWIN (1886) scheint den eigenartigen Flugbahnen der Hummelmännchen auf die Spur gekommen zu sein (vgl. KRÜGER 1951). Dieses Verhalten hat FRANK im Sommer 1935, ohne von DARWIN'S Beobachtungen zu wissen, erneut entdeckt und 1941 eingehend beschrieben. Die Ergebnisse

seiner Beobachtungen stellen sich kurz folgendermaßen dar: Sobald die Männchen ihr Nest für immer verlassen haben, beginnen sie, zahlreiche Geländepunkte der Reihe nach abzufliegen. Ein und dasselbe Männchen benutzt die in sich geschlossenen Flugbahnen wochenlang im gleichen Drehsinn. Mehrere Bahnpunkte sind zugleich Anflugspunkte für mehrere Männchen der gleichen Art, wodurch oft ein reger Flugverkehr entsteht. Die tägliche Flugleistung eines Individuums kann 60 km betragen. Bei ungünstiger Witterung unterbleiben die Flüge. HAAS (1946, 1949a, 1967) hat die Untersuchungen von FRANK weitergeführt. Er unterscheidet aufgrund seiner vorwiegend in Süddeutschland gemachten Beobachtungen vier Flugregionen, von denen jede für bestimmte Arten charakteristisch ist: In der Baumwipfelregion (bis 18 m hoch) fliegt z. B. *B. lapidarius*, in der Sträucherregion (1–2,5 m) *B. pascuorum*, *B. pratorum*, *B. sylvarum*, in der Höhe der Kräuter (nur auf Wiesen): *B. humilis*, *B. pomorum*, *B. terrestris*, in unmittelbarer Bodennähe *B. hortorum* und *B. hypnorum*. Die »Schwarmbahnen« ein und derselben Art können auch in verschiedenen Höhen liegen (*B. terrestris*). KRÜGER (1951) stellte auf Sylt ähnliche Untersuchungen an und beobachtete, daß sich dort die Männchen der Gipfel- und Sträucherregion anders verhalten. Weil auf dieser Insel Bäume und Sträucher fast völlig fehlten, hätten sich die Männchen umgestellt und benützten die bodennahen Flugbahnen. HAAS bestätigte die Angabe von SLADEN (1912), daß die Rastplätze einen bestimmten Duft ausströmen, der je nach Art unterschiedlich und bisweilen auch für den Menschen gut wahrnehmbar ist. Besonders morgens setzen die Männchen an diesen Stellen Duftmarken, indem sie den Anflugspunkt (Duftpunkt) in einer sich auswärts weitenden Spirale umlaufen. HAAS hat die Flugbahnen daher als »Geruchsbahnen« bezeichnet. Das Duftsekret (Pheromon) wird von den Labialdrüsen abgesondert, wie an einigen Arten gezeigt werden konnte (u. a. HAAS 1951, KULLENBERG et al. 1973, SVENSSON 1980a, 1980b, SVENSSON & BERGSTRÖM 1979, BERGSTRÖM et al. 1985). Die chemische Zusammensetzung der Markierungpheromone ist artspezifisch (SVENSSON & BERGSTRÖM 1977). Die Komponenten könnten als Isolationsmechanismen zwischen den Arten wirken, so daß die Begegnung der Geschlechter in den sich oft netzartig überlagernden Territorien gesichert ist.

Der biologische Sinn der Flugbahnen liegt darin, daß die Weibchen an den Duftpunkten »ihre« Männchen treffen. Wegen dieser Bedeutung für die Partnerfindung hat KRÜGER die Bahnflüge »Brunstflüge« genannt. Bei *B. ruderarius*, *B. humilis*

und *B. pomorum* sollen nach HAAS (1967) die Schwarmbahnen ganz in der Nähe der Nester angelegt werden, weshalb er vermutet, daß bei diesen Arten Kopulationen mit nesteigenen Weibchen die Regel sein dürften. Männchen können mehrfach kopulieren. Königinnen werden in der Regel nur einmal begattet. Dennoch wurden Mehrfachkopulationen einer Königin mit verschiedenen Männchen bekannt, z. B. bei *B. hypnorum* (RÖSELER 1973, STEIN 1956). Im Freiland sind Paarungen nur selten zu beobachten. Das Paarungsverhalten wurde mehrfach beschrieben (HOFFER 1882/83, POSTNER 1953, POUVREAU 1963).

Unter den mitteleuropäischen Hummeln gibt es zwei Arten, bei denen die Männchen nicht nur besonders große Komplexaugen haben, sondern auch ein abweichendes Paarungsverhalten zeigen, was offensichtlich mit dieser »Drohnensäugigkeit« in Zusammenhang steht: *B. confusus* und *B. mendax*. Die Männchen dieser Arten patrouillieren im Gegensatz zu den Männchen vieler anderer Hummelarten keine in sich geschlossenen Flugbahnen mit vielen Duftpunkten. Vielmehr lauern sie von einem erhöhten Punkt aus auf vorüberfliegende junge Weibchen. *B. confusus* überwacht von diesem Ansitz aus ein Territorium von etwa 10–15 m Durchmesser durch Schleifenflüge, die in alle Richtungen weisen und verschieden weit reichen (SCHREMMER 1972b). Der alpine *B. mendax* wählt ein übersichtliches, 2–4 Quadratmeter großes Revier. Das Männchen setzt sich ebenfalls auf einen erhöhten Punkt (Stein, Staude) und beobachtet jedes Ereignis innerhalb des duftmarkierten Territoriums. Auf jedes durchfliegende Objekt – auch auf einen hineingeworfenen Stein – stürzt es sich und kehrt, wenn es nicht auf ein junges *mendax*-Weibchen trifft, an seinen Beobachtungspunkt zurück. Von hier fliegt es in achterförmigen Schleifen bisweilen in die unmittelbare Umgebung (HAAS 1976). Die Fühler der Männchen beider Arten sind in Lauerstellung gerade nach vorne gestreckt.

Gegenspieler der Hummeln

Die Hummeln werden während aller Phasen ihres Lebenskreislaufs von Organismen beeinflusst, deren Tätigkeiten sich auf die verschiedenste Weise auswirken können und die von ALFORD (1975) und POUVREAU (1973, 1974) eingehend behandelt werden. Unter den Bienen selbst sind es die Arten der Gattung *Psithyrus*, die als Sozialparasiten bei Hummeln leben und daher auch Schmarotzerhummeln oder Kuckuckshummeln heißen (zur Lebensweise siehe unter *Psithyrus*). Einige Kleinsäuger können schwere Zerstörungen der Nester verursachen. Vor

allem die Brut bilden die Beute von Igelrn, Maulwürfen, Spitzmäusen, Feldmäusen oder Dachsen. Die Raupen der Wachsmotte *Aphomia sociella* zerstören die Brut- und wächsernen Vorratzzellen, indem sie diese auffressen. Unter den Raubparasiten (Parasitoiden) der Hummeln sind die Spinnenameisen (*Mutilla*) am bekanntesten. Die Weibchen legen im Hummelnest ihre Eier in Kokons, die Vorpuppen oder Puppen enthalten. Diese werden von den *Mutilla*-Larven verzehrt. Raupenfliegen (Tachiniden) dringen in Hummelnester ein. Die viviparen Weibchen legen die jungen Larven in die Zellen, die Eier oder Larven enthalten. Die frisch eingesponnenen Hummellarven werden von den Fliegenlarven aufgefressen. Auch Milben können Hummeln beeinträchtigen (DÖTTLINGER 1967:36). (Zu weiteren Gegenspielern von Hummeln siehe Kap. 4)

3.2.45 *Psithyrus*, Schmarotzerhummeln

Alle Arten der Gattung *Psithyrus* sind, wie der deutsche Name schon andeutet, Sozialparasiten von Hummeln (*Bombus*) (SLADEN 1912, FREE & BUTLER 1959, ALFORD 1975). Schmarotzerhummeln, auch »Kuckuckshummeln« genannt, sind völlig von ihren Wirten abhängig. Die Weibchen haben keine Pollentransporteinrichtungen an ihren Hinterbeinen und können auch kein Wachs produzieren. Ein *Psithyrus*-Weibchen kann daher auch keine Kolonie gründen. Um für Nachkommen zu sorgen, muß es in das Nest einer *Bombus*-Königin eindringen. Vermutlich als Hilfsmittel zur erfolgreichen Eroberung einer Hummelkolonie besitzen Schmarotzerhummel-Weibchen kräftigere Stachel und mächtigere Kiefer als ihre Wirte. Auch für die Verteidigung sind sie besser gerüstet: ihr Außenskelett ist besonders dick und der Hinterleib mehr oder weniger gebogen. Wird das Weibchen im Hummelnest attackiert, zieht es die Beine eng an ihren Körper und verharrt fast bewegungslos. Dies führt aber nicht immer zum Ziel, denn manche Weibchen werden getötet oder aus dem Nest getrieben.

Wahrscheinlich ist die beste Zeit für die Übernahme eines Nestes dann, wenn die erste Arbeiterinnenbrut geschlüpft ist, weil sich während dieser Zeit die Arbeiterinnen einem Eindringling gegenüber wenig feindselig verhalten. Sollte die Schmarotzerhummel versuchen, in eine stark bevölkerte Kolonie einzudringen, kommt es zu heftigen Kämpfen, indem zahlreiche Arbeiterinnen über die Feindin herfallen und sie zu stechen versuchen, was bisweilen zu ihrem Tode führt. Es erscheint nicht wahrscheinlich, daß die Hummelkönigin ihre junge Brut

allein verteidigen kann. Verliert die Schmarotzerhummel ihr Leben, ist dies gewöhnlich das Ergebnis einer gemeinsamen Attacke der Arbeiterinnen. Hat die Hummelkönigin noch keine eigene Brut, verläßt sie nach dem Eindringen von *Psithyrus* ihr Nest. In solchen Fällen ist der Überfall ohnehin erfolglos.

Sobald das *Psithyrus*-Weibchen erfolgreich in eine Kolonie eingedrungen ist, nimmt es den Nestgeruch an, indem es sich zwischen den Kokons oder im Nestmaterial versteckt. In den meisten Fällen, in denen eine Nestübernahme erfolgreich verläuft, leben das *Psithyrus*-Weibchen und die Hummelkönigin friedlich miteinander (HOFFER 1882a, HOBBS et al. 1962, ALFORD 1975). Das Weibchen legt in der Folge seine Eier in ziemlich dickwandige Zellen, die es – wie *Bombus* – auf bereits vorhandenen Kokons errichtet. Es baut jede einzelne Zelle selbst und benutzt dazu das mit Pollen vermischte Wachs anderer Teile der Hummelwabe. Die Eier werden in rascher Folge und in großer Zahl abgelegt. Die Brutzellen des Wirtes werden eifrig geöffnet und ihr Inhalt verzehrt. Das zurückbleibende Baumaterial kann von dem *Psithyrus*-Weibchen dann zum Bau der eigenen Brutzelle verwendet werden. Die Entwicklung der *Psithyrus*-Brut verläuft ähnlich der von *Bombus*. Die Entwicklungsdauer einer Kolonie, die von *Psithyrus* dominiert wird, ist kürzer und die weiblichen und männlichen Nachkommen des Eindringlings erscheinen viel früher als die Geschlechtstiere der Wirt in nicht befallenen Nestern.

Die Weibchen der Schmarotzerhummeln erscheinen aus ihrem Winterquartier etwas später als ihre Hummelwirte und verbringen anfangs viel Zeit auf Blüten, z. B. des Löwenzahns (*Taraxacum officinale*), wo sie von Nektar und Pollen leben. Sie sind weniger lebhaft als ihre Wirt, ihr Flug ist schwerfälliger und auf Blüten bewegen sie sich ziemlich träge.

Sobald ihre Ovarien entwickelt sind, begeben sich die *Psithyrus*-Weibchen auf die Suche nach Wirtsnestern. Sie inspizieren dunkle Löcher und Höhlungen, also potentielle Neststandorte ihrer Wirt. Vermutlich spielen aber olfaktorische Signale, also der Duft ihrer Wirtsarten, auf den sie im Experiment reagieren, eine wichtige Rolle im Auffinden der Nester und in der Wirtswahl (CEDERBERG 1983). Selbst lange Eingangstunnel halten Schmarotzerhummeln vom Eindringen nicht ab.

Die einzelnen *Psithyrus*-Arten sind in der Wahl ihrer Wirt mehr oder weniger stark spezialisiert. Manche Arten scheinen nur eine einzige Wirtsart zu besitzen, während andere bei mehreren Hummelarten leben. Einen Überblick über die Wirtsspezifität gibt POUVREAU (1973) (zu den einzelnen Wirten siehe auch im Speziellen Teil dieses Buches).

Im Juli und August verlassen die jungen Männchen und Weibchen der Schmarotzerhummeln die Wirtsnester. Während die Weibchen im Freien kaum beobachtet werden, patrouillieren die Männchen regelmäßig markante Strukturen der Umgebung. Entlang ihrer Flugbahnen werden verschiedene Stellen mit Duftstoffen markiert, die in den Labialdrüsen produziert werden. Da die Duftmarken auch für Weibchen attraktiv sind, spielen die Sekrete als Sexualpheromone eine Rolle (CEDERBERG et al. 1984). Über die chemische Zusammensetzung, die artspezifisch ist, berichten KULLENBERG et al. (1970). Die Paarung beschreibt POSTNER (1953).

Über die Patrouillenflüge der *Psithyrus*-Männchen liegen in der Literatur nur wenige Beobachtungen vor (u. a. HAAS 1949b, KRÜGER 1951, CEDERBERG et al. 1984). Sie erinnern an die Flugbahnen der meisten Hummel Männchen. Der Flug der *Psithyrus*-Männchen ist deutlich langsamer. Sie beginnen ihre Patrouillen später am Morgen. Die Flugbahnen von Hummeln und Schmarotzerhummeln überlagern sich nicht.

REINIG (1973) beschreibt den Bahnflug der *P. sylvestris*-Männchen als auffallend rasant, wobei er nur ein überaus kurzes Verweilen an bestimmten Plätzen einschließt, z. B. auf von der Sonne beschienenen Blättern von Himbeeren (*Rubus idaeus*). HAAS (1949b) berichtet über die gleiche Art und beschreibt die immer im gleichen Drehsinn beflogenen Stellen als größere »Anflugflächen« bzw. »Anflugfelder«, die entlang von in sich geschlossenen »Tiefenbahnen« in Bodennähe liegen. *P. rupestris* fliegt vorzugsweise etwa 2 m über dem Boden, wobei die Männchen oft sonnige Bodenstellen ansteuern. Die Duftmarken werden an Grashalmen, dünnen Blättern, Büschen und ähnlichem gesetzt (CEDERBERG et al. 1984.)

3.2.46 Apis, Honigbienen

Die Gattung *Apis* ist in Europa, Afrika und Asien heimisch. Zu ihr zählen nicht nur die bestens bekannte Gemeine oder Westliche Honigbiene (*Apis mellifera*), sondern insgesamt vier Arten. Es ist *Apis mellifera*, auf die sich im allgemeinen Sprachgebrauch der Begriff »Biene« bezieht. Sie war ursprünglich im Vorderen Orient, im Mittelmeerraum, in Mitteleuropa, in Nordeuropa bis Südschweden sowie im tropischen Afrika verbreitet. Als einzige Art der Gattung wurde sie aber schon zwischen dem 17. und 19. Jahrhundert nach Nord- und Südamerika sowie nach Australien eingeführt, so

daß sie heute weltweit vorkommt. Wo auch immer sie gehalten wird, nutzt sie der Mensch zur Honig- und Wachsgewinnung sowie zu Bestäubungszwecken. Von *A. mellifera* wurden mehrere Unterarten domestiziert, die zusammen mit verschiedenen Hybriden die in der Imkerei verwendeten Honigbienen-Formen bilden. Vor allem die Rassen europäischen Ursprungs wurden weltweit durch Auswanderer verbreitet. In mancher Hinsicht unterscheiden sich die einzelnen Formen, teils sogar einzelne Kolonien voneinander. So variiert z. B. die Aggressivität, also die Bereitschaft anzugreifen und zu stechen, teils beträchtlich.

Die nächste Verwandte von *A. mellifera* ist *A. cerana*, die Indische oder Östliche Honigbiene, deren südliche Form auch unter dem Namen *A. indica* bekannt ist. Sie ähnelt *A. mellifera* sowohl morphologisch als auch in der Nistweise. Beide bauen mehrere vertikale, parallele Waben und nisten in geschützten Hohlräumen. *A. cerana* kommt in Süd- und Ostasien vor, von Sri Lanka und Indien bis nach China und Japan, östlich bis zu den Molukken. Zwei weitere Arten, die Zwerg-Honigbiene *A. florea* (Arbeiterinnengröße 7–8 mm) und die Riesen-Honigbiene *A. dorsata* (Arbeiterinnengröße 16–18 mm) unterscheiden sich wesentlich von *A. mellifera* und *A. cerana* in ihrer geographischen Verbreitung und in den Nistgewohnheiten. Beide Arten sind auf das südliche Asien beschränkt, wobei *A. florea* westwärts bis in den Iran reicht und *A. dorsata* ostwärts bis zur Insel Timor. *A. florea* und *A. dorsata* bauen im Freien ihre Nester, die an einem Ast oder einem überhängenden Felsen hängen. Sie bauen nur eine einzige Wabe, wobei die von *A. florea* oft nicht größer als ein Handteller ist, während die von *A. dorsata* eine Länge von 2 m erreichen kann.

In der Gattung *Apis* wurden verschiedentlich weitere Arten diskutiert. So vermutete MICHENER (1974) innerhalb der *A. florea*-Gruppe eine weitere Art *A. andreniformis*. Auch in der *A. dorsata*-Gruppe wurde mit *A. laboriosa* eine eigene Form abgetrennt, die die Bergregionen von Nepal, Nordost-Indien und Süd-China in Höhen zwischen 1000 und 3000 m besiedelt (SAKAGAMI et al. 1980, ROUBIK et al. 1985). RUTTNER (1987) erkennt allerdings nur die 4 eingangs aufgeführten Arten an.

Apis mellifera

Über *A. mellifera* liegt eine riesige Zahl von Veröffentlichungen vor. Es gibt sicherlich kein Insekt, über das derart viel geschrieben wurde. Zahlreiche Bücher haben die Honigbienenhaltung zum Thema, daneben gibt es eine Vielzahl von Imker-Zeitschrif-

ten. Hier ist aber nicht der Raum und es ist auch nicht das Ziel des vorliegenden Buches, sich eingehender mit der Honigbiene zu befassen. Daher soll nur das Wesentliche ihrer Lebensweise dargestellt und im übrigen auf die reichhaltige Literatur verwiesen werden. Unter den vielen Büchern seien die folgenden empfohlen: BUTTEL-REEPEN (1903a, 1915), FREE 1982, FRISCH (1965, 1969), LINDAUER (1975), SEELEY (1985), ZANDER (1964).

Die Honigbiene gehört zu den hoch eusozialen Bienen. Jede Kolonie (»Volk«) besteht aus einem einzelnen befruchteten Weibchen, der »Königin«, mehreren tausend sterilen Weibchen, den »Arbeiterinnen« und zu bestimmten Zeiten des Jahres mehrere hundert Männchen, den »Drohnen«. Unter natürlichen Bedingungen befindet sich die Kolonie in einem hohlen Baum oder einer Felshöhle. Der Imker bietet als Ersatz einen künstlichen Hohlraum, die »Beute« an. Im Innern wird eine Reihe paralleler Wachswaben gebaut. Jede dieser Waben hat eine Schicht horizontaler sechseckiger Zellen auf jeder Seite. In diesen Zellen wird die Nahrung gespeichert und die Brut aufgezogen. Die Zahl der Zellen beträgt gewöhnlich viele tausend, in einer sehr starken Kolonie vielleicht 100 000.

Königin

Die Königin oder der »Weisel« unterscheidet sich von den Arbeiterinnen in mehrfacher Hinsicht. Zunächst übertrifft sie diese an Körpergröße. Außerdem sind ihre Ovarien dermaßen gut entwickelt, daß ihr Abdomen sich stark ausdehnt. Bis zu 2000 Eier pro Tag vermag sie zu legen. Im Gegensatz zur Hummelkönigin hat die Königin der Honigbiene die Fähigkeit verloren, ihre Brut zu füttern, Wachs zu produzieren, Waben zu bauen oder Nektar und Pollen zu sammeln. Sie kann sich sogar nicht mehr selbst ernähren, sondern ist völlig von der Versorgung durch die Arbeiterinnen abhängig. Die Königin verbringt ihre Zeit damit, über die Brutwaben zu laufen, Zellen zu inspizieren und in solche, die leer und vorbereitet sind, Eier (»Stifte«) zu legen, sie zu »bestiften«. Sie legt zwei Typen von Eiern: befruchtete und unbefruchtete. Aus den befruchteten entstehen Arbeiterinnen oder Königinnen, aus den unbefruchteten Drohnen. Wenn eine Königin begattet wird, empfängt sie genügend Sperma für ihr restliches Leben. Das Sperma wird in einem speziellen Behälter, der Spermathek, in ihrem Hinterleib aufbewahrt.

Larvenentwicklung

Pro Zelle wird nur eine Honigbiene aus einem Ei aufgezogen, das die Königin aufrecht auf den Zell-

boden gelegt hat. Nach drei Tagen schlüpft die Larve, der vor und während des Schlüpfens bereits Futter in der Zelle bereitgestellt und das während der ganzen Larvenentwicklung im Überfluß verabreicht wird. Die Brutzelle bleibt also während der Larvenentwicklung offen. Im Alter von 5 Tagen (Königin oder Arbeiterin) oder 7 Tagen (Drohn) wird nicht mehr gefüttert und die Zelle mit einem porösen Wachsdeckel verschlossen. Die Larve fertigt einen seidigen Kokon, der an der Innenwand der Zelle anliegt. Etwa 18 Stunden nach dem Einspinnen kotet die Larve, die Exkremente werden in den Kokon eingearbeitet. Nach der Fertigstellung des Kokons verpuppt sich die Larve, bis nach einigen Tagen der Puppenruhe eine vollentwickelte Biene schlüpft. Die Entwicklung vom Ei bis zum Vollinsekt dauert bei der Königin 16, bei der Arbeiterin 21 und bei dem Drohn 24 Tage. Zum Schlüpfen nagt die Biene ein Loch in den Zelldeckel; dabei wird sie auch von älteren Bienen unterstützt.

Drohnen

Drohnen werden normalerweise von Mai bis Juli erzeugt. Ihnen fehlen die Einrichtungen zum Sammeln von Nahrung. Dafür besitzen sie überaus große Komplexaugen und lange Fühler, um die unbegattete Königin während des Paarungsflug zu lokalisieren. Drohnen haben keine andere Funktion als die der Begattung von Königinnen. Sie sind nicht ständig in der Kolonie zu finden. Gegen Ende der Brutsaison, wenn weniger Nahrung gesammelt wird, werden keine Drohnen mehr aufgezogen. Diejenigen, die sich noch in der Kolonie befinden, werden an der Nahrungsaufnahme gehindert. Halb verhungert oder erstarrt werden sie von den Arbeiterinnen aus dem Stock gezerzt oder durch Stiche getötet (»Drohnenschlacht«).

Zur Paarung finden sich zahlreiche Drohnen gemeinsam an bestimmten Stellen in der freien Natur ein, den Drohnensammelplätzen. Aus Entfernungen bis zu 10 km werden diese Plätze bei gutem Flugwetter von Drohnen und Königinnen angefliegen. Die Paarung findet in rund 10 m Höhe statt. Die Königin paart sich mit 8–10 Drohnen, die jeweils nach der Kopulation sterben. Die »Hochzeitsflüge« sind nicht auf einen Tag beschränkt. Im Innern des Stocks beachten die Drohnen die Königin nicht.

Arbeiterinnen

Alle Tätigkeiten, die zum Aufbau der Kolonie notwendig sind, werden bis auf das Eierlegen von den Arbeiterinnen ausgeführt. Diese leben im Sommer 4–6 Wochen, im Winter mehrere Monate. Ihnen

obliegt eine Reihe von Aufgaben, die mit dem jeweiligen Alter und dem physiologischen Zustand gekoppelt sind. Diese Aufgaben beinhalten Fütterung und Versorgung der Brut, Bau, Reparatur und Reinigung der Waben, Nestverteidigung sowie Sammeln von Nahrung, Wasser und Kittharz (»Propolis«, harzige Absonderung der Knospen oder der Rinde verschiedener Bäume).

Wenn eine Arbeiterin geschlüpft ist, braucht es ungefähr einen Tag, bis sie vollständig ausgehärtet und ausgefärbt ist. In den ersten 2–3 Tagen ihres Daseins reinigt sie Zellen, aus denen junge Bienen geschlüpft sind und richtet sie für die Ablage neuer Eier durch die Königin her. Von anderen Bienen wird sie mit Nektar oder Honig gefüttert. Für die nächsten Tage ihres Lebens wird sie zur »Ammenbiene«, die nach Aufnahme von Pollen ein Sekret produziert, das fett- und eiweißreich ist und als »Bienenmilch« bezeichnet wird. Dieser Futtersaft wird hauptsächlich in den Schlunddrüsen (Hypopharynx-Drüsen) erzeugt und vermutlich mit einem Sekret der Mandibeldrüsen versetzt. Mit der Bienenmilch füttert die Ammenbiene die junge Brut. Die ältere Brut wird überwiegend mit Honig und Pollen, der aus den Vorratzzellen herbeigeht, gefüttert. Dieser Abschnitt der Fürsorgetätigkeiten an der heranwachsenden Brut dauert etwa bis zum 13. Lebenstag.

Ab diesem Lebensalter kommen der Arbeiterin vielseitige Aufgaben im Stock zu. Sie reinigt die Waben, schafft tote Bienen und Abfall hinaus, stampft die von Sammelbienen abgestreiften Pollenhöschen in den Zellen ein, hilft schlüpfenden Geschwistern, beteiligt sich durch Fermentieren und Eindicken von Nektar und Honigtau an der Honigproduktion und dichtet mit Kittharz Fugen und Ritzen ab. In diesem Lebensabschnitt produziert sie auch Wachs. An der Bauchseite der vier letzten Hinterleibsegmente befinden sich paarweise Wachsdrüsen, aus denen das weiße Wachs in flüssigem Zustand austritt und zu Schüppchen erstarrt. Die Biene nimmt diese kleinen Plättchen mit den Hinterbeinen ab, übergibt sie den Vorderbeinen und den Mandibeln, mit denen sie zurechtgeknetet und beim Wabenbau weiterverarbeitet werden. Während die Ammendrüsen vom 5.–10. Lebenstag, die Wachsdrüsen vom 10.–20. Tag am höchsten entwickelt sind, stellen diese beiden Drüsensysteme ihre Tätigkeit nach der jeweiligen Lebensperiode ein und werden zurückgebildet.

Im Alter von 18–20 Tagen übernimmt die Arbeiterin Wächterdienste, etwa, um Räuberbienen aus anderen Stöcken abzuwehren. Sie trägt durch Fächeln auch zur Regelung der Belüftung und Tempe-

ratur im Stock bei. Zu guter Letzt verrichtet sie überwiegend Außendienst und wird zur »Sammelbiene«, der es bis zu ihrem Lebensende obliegt, Nahrung in Form von Nektar, Honigtau oder Pollen sowie Wasser (zur Nestkühlung) und Kittharz aus der Umgebung herbeizuschaffen.

Je nach Zustand der Kolonie wird dieser Lebensablauf mehr oder weniger modifiziert (vgl. LINDAUER 1975). Der altersbedingten Arbeitsteilung ist also eine situationsbedingte überlagert. Die notwendigen Informationen verschafft sich die Arbeiterin bei ausgedehnten Kontrollgängen durch den Stock. Lange Ruhepausen haben eine wichtige soziale Funktion. Die Müßiggänger sind der Reservetrupp, der jederzeit an kritischen Punkten des »Arbeitsmarktes« eingesetzt werden kann.

Kastendetermination

Die Qualität des Futters, das die Larven erhalten, erweist sich für die Determination (Festlegung der Entwicklung) der Kasten als von ausschlaggebender Bedeutung. Larven, die sich zu Arbeiterinnen oder Drohnen entwickeln sollen, erhalten den Futtersaft der Schlunddrüsen in den ersten 2–3 Tagen ihrer Entwicklung. In den folgenden 2–3 Tagen werden sie von den Arbeiterinnen überwiegend mit einer Mischung aus Futtersaft, Honig und Pollen gefüttert. Solchen Larven, aus denen Königinnen werden sollen, wird vom Schlüpfen bis zur Verpuppung ausschließlich reine Bienenmilch verabreicht, die in diesem Fall als »Weiselsaft« (»Gelee Royale«) bezeichnet wird. Auch die adulte und eierlegende Königin wird zeitlebens mit Bienenmilch versorgt.

Brutzellen

Bei der Honigbiene werden verschiedene Zelltypen unterschieden. Die Normalform ist ein sechseckiger Zylinder, der eine optimale Raumausnutzung ermöglicht. Unter diesen sechseckigen Zellen dienen die größeren und tieferen der Aufzucht von Drohnen, die kleineren sind Arbeiterinnenzellen. In diesem Zelltyp werden auch Nahrungsvorräte (Honig, Pollen) gespeichert. Königinnen-Zellen unterscheiden sich wesentlich von den Arbeiterinnen-, Drohnen- oder Honigzellen. Sie sind eichelförmig, hängen nach unten und werden überwiegend an den Rändern und Ecken der Waben gebaut. Die Weiselzellen dienen ausschließlich der Aufzucht von Königinnen und werden nur einmal verwendet. Ihre krugförmige Höhlung ist glatt, ihre äußere Oberfläche dagegen durch ein sechseckiges Leistenwerk versteift. Daraus resultiert eine recht dicke Wandung. Nach dem Schlüpfen der Königin wird die Weiselzelle mehr oder weniger weit abgetragen.

Schwarmbildung

Die natürliche Vermehrung von Kolonien erfolgt durch die Teilung des Volkes, indem sich ein sogenannter »Schwarm« bildet, ein Charakteristikum aller *Apis*-Arten. In den Frühlingswochen wächst ein Bienenvolk stark an, bis bei begrenztem Raum der Zeitpunkt gekommen ist, wo eine Ausdehnung des Brutnestes nicht mehr möglich ist. Der Impuls für die Schwarmbildung führt zunächst zur Produktion von Königinnen. Die alte Königin legt immer weniger Eier, bis sie mit dem Bestiften ganz aufhört. Ihr Hinterleib schrumpft zunehmend. Bald nach dem Verdeckeln der Weiselzellen, in denen sich die Jungköniginnen entwickeln, verläßt die alte Königin mit einem Schwarm von Arbeiterinnen den Stock. Der Schwarm, der im übrigen keine Stechlust zeigt, läßt sich nach einer Weile an einem Ast oder ähnlichen Substraten als Traube nieder. Spurbienen suchen in der Umgebung einen geeigneten Raum für das neue Nest, bis schließlich der gesamte Schwarm sich in dem neuen Hohlraum niederläßt und mit dem Aufbau einer neuen Kolonie beginnt. Besonders starke Kolonien entsenden nicht nur einen Schwarm mit der alten, sondern danach noch einen zweiten Schwarm mit der zuerst geschlüpften Jungkönigin. Erst dann verlassen die übrigen Jungköniginnen ihre Zelle. Nur eine bleibt am Leben und wird zur Stockmutter. Die anderen werden getötet. Die neue Königin paart sich auf dem Hochzeitsflug, ihre Ovarien wachsen und sie kann mit der Eiablage beginnen. Die verschiedenen Honigbienen-Rassen neigen in unterschiedlichem Maße zum Schwärmen.

Tanzsprache der Honigbienen

Werden ergiebige Nahrungsquellen neu entdeckt, sichert ein hochentwickeltes Alarmsystem deren rasche Ausbeutung. Unter Hinweis auf die eingehenden Darstellungen von KARL VON FRISCH (1946, 1951, 1965), des Entdeckers der Bienensprache, kann ich mich hier auf das Wesentliche beschränken. Hat eine Sammelbiene eine neue Trachtquelle entdeckt, meldet sie ihren Fund im Stock. Dabei kann sie ihren Stockgenossinnen nicht nur mitteilen, daß es reichlich Futter zu holen gibt, sondern bei einer weiter entfernten Nahrungsquelle auch, in welcher Richtung und Entfernung diese liegt. Die Mitteilung erfolgt mittels sogenannter Tänze. Befindet sich die Nahrungsquelle näher als etwa 80 m vom Stock entfernt, so führt sie einen »Rundtanz« auf der Wabe aus. Sie läuft enge Kreise und ändert dabei durch plötzliche Kehrtwendungen ihre Richtung. Andere Bienen folgen der Tänzerin und bleiben in engem Kontakt mit ihren Fühlern. Durch den mitgebrachten Nahrungsduft und den hautnah

abgefühlten Tanz werden sie alarmiert. Die jetzt ausfliegenden Bienen suchen in der näheren Umgebung des Stockes nach dem Duft, den die Tänzerin mitgebracht hatte. Der Rundtanz enthält keinerlei Richtungs- und Entfernungsweisung. Ist die Nahrungsquelle weiter vom Stock entfernt, wird ein »Schwänzeltanz« in Form eines liegenden Achters aufgeführt. Beim Durchlaufen des mittleren geraden Teils schwänzelt die Biene etwa fünfzehnmal pro Sekunde. Dieser Schwänzeltanz unterrichtet die nachfolgenden Artgenossinnen nicht nur über die Existenz einer lohnenden Nahrungsquelle, sondern auch, wie weit und in welche Richtung sie zum Sammeln fliegen müssen. Dabei signalisiert das Tempo des Tanzes die Entfernung: je weiter das Ziel vom Stock entfernt ist, desto weniger Schwänzeltänze werden in einer bestimmten Zeit ausgeführt. Auch die Richtung wird angezeigt, wobei die Sonne Bezugspunkt ist.

Der Bienentanz zeigt auch dann die richtige Richtung an, wenn die Sonne hinter einer Wolkendecke verschwunden ist. Die Biene kann nämlich sehen, daß die Wolken vor der Sonne anders strahlen als der übrige Himmel. Ist aber die Wolkendecke so dick, daß der Sonnenstand nicht mehr wahrgenommen werden kann, so ermöglicht der Biene bereits

ein kleines Stück blauer Himmel die Orientierung nach dem Sonnenkompaß. Honigbienen können die Schwingungsrichtung des polarisierten Lichtes wahrnehmen und sich danach orientieren.

Die Tänze dienen aber nicht nur der Verständigung beim Nahrungserwerb, sondern spielen auch eine wichtige Rolle bei der Suche nach einem neuen Nistplatz (LINDAUER 1951, 1955, 1975). Bald nachdem die Schwarmbienen sich in einer Traube gesammelt haben, fliegen Spurbienen aus, um einen günstigen Nistplatz ausfindig zu machen. Diese Kundschafterinnen künden durch Schwänzeltänze in der Schwarmtraube eine neue Nisthöhle an. Da aber mehrere potentielle Nistplätze gemeldet werden, einigen sich die Schwarmbienen auf eine der angebotenen Niststätten. Dabei entscheiden allein die Spurbienen, und die Entscheidung fällt stets für den besten der vorhandenen Nistplätze.

Bei den verschiedenen Rassen von *A. mellifera* finden sich kleine Unterschiede des Bienentanzes, die VON FRISCH (1951) »Dialekte der Bienensprache« genannt hat.

Auch bei den nächsten Verwandten unserer Honigbiene, den asiatischen *Apis*-Arten, gibt es solche Verständigungsformen, die jedoch in verschiedener Weise abgewandelt sind.

4 Nutznießer und Gegenspieler der Bienen

Nicht nur unzählige Pflanzen sind von Bienen als ihren Bestäubern abhängig, auch Vertreter verschiedenster anderer Organismengruppen leben von Bienen oder entwickeln sich in ihren Nestern. Viele dieser Organismen sind derart hochspezialisiert, daß sie ohne bestimmte Bienenarten gar nicht existieren können. Die Erhaltung und Förderung von Wildbienen ist somit eine Voraussetzung für den Schutz dieser Lebewesen.

Das Spektrum der Lebensformtypen reicht von einfachen Nutznießern, über Räuber bis hin zu Parasiten. Nicht immer lassen sie sich aber solchen Kategorien eindeutig zuordnen. Mitesser (Kommensalen) leben von Nahrungsüberschüssen oder von Abfällen eines anderen Organismus, ohne diesen direkt zu schädigen. Verschiedene Milben und manche Käfer leben auf diese Weise als Einmieter in Biennestern. Bei massenhaftem Auftreten kann es allerdings zu einer Schädigung des Quartiergebers kommen. Bienen können auch als Transportmittel zu einer Ortsveränderung benutzt werden, z. B. von Larven des Ölkäfers. Diese Form der Nutznießung bezeichnet man als Phoresie.

Haben beide Partner im Beziehungsgefüge einen Vorteil, sprechen wir von Symbiose, die zwischen Bienen und Blüten besonders ausgeprägt ist. Symbiosen im engeren Sinne kennt man zwischen Bienen und anderen tierischen Organismen nicht. Stellt sich der Nutzeffekt für die Partner aber so dar, daß ein Partner eindeutig der geschädigte ist, während der andere einen erheblichen Nutzen erfährt, handelt es sich um eine Antibiose. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird der schädigende Partner (Räuber, Parasit, Krankheitserreger) als »Feind« des anderen bezeichnet. Dieser Begriff ist jedoch sehr negativ besetzt und seine Anwendung hängt von dem jeweiligen Blickwinkel ab. Die entsprechenden Organismen können aber in den durchweg hochkomplexen, kaum völlig durchschaubaren Ökosystemen auch eine regulatorische Funktion haben. Sie können z. B. eine zu starke Vermehrung einer Art verhindern, deren Population ohne den Regulator möglicherweise durch Nahrungsverknappung zusammenbrechen würde. Daher gebe ich hier dem Begriff »Gegenspieler« (Antagonist) den Vorzug.

Die auffallendste Form des Gegenspielers ist der Räuber (Predator), der sich selbst oder seine Brut mit erbeuteten Tieren ernährt. Typische Räuber sind z. B. Spinnen oder insektenfressende Vögel. Die Beutetiere werden meist sofort getötet. Auch unter den Stechimmen gibt es räuberisch lebende Arten, die bestimmte Beutetiere überfallen, mit ihrem Giftstachel aber nur lähmen und mit dieser »Frischkonserve« ihre Brut versorgen. Solche Beutejäger sind z. B. die Grabwespen. Bienen spielen als Beutetiere einiger hochspezialisierter Räuber eine große Rolle.

Eine weitere Form des Gegenspielertums ist der Parasitismus (Schmarotzertum). Bei ihm handelt es sich um eine besondere Form der Wechselbeziehung zwischen artverschiedenen Organismen, bei der der Vorteil einseitig bei einem Partner, dem Parasiten, liegt, der auf Kosten des anderen Partners, des Wirtes, lebt (OSCHE 1979). Im Tierreich ist der Parasitismus weit verbreitet. Keine Parasitenart kann jedes beliebige Tier als Wirt nutzen. Die Wirtsspezifität kann gering sein (z. B. Erzwespe *Melittobia acasta*), aber auch sehr hoch (z. B. Keulenwespe *Sapygina decemguttata*). Parasiten können für ihre Wirte insofern eine große Rolle spielen, als sie Teilpopulationen erheblich reduzieren können. Es gibt die unterschiedlichsten Formen von Parasitismus, die bisweilen ineinander übergehen. Unter den bei Bienen lebenden Schmarotzern kann man zwischen Echten Parasiten, Parasitoiden, Brutparasiten und Sozialparasiten unterscheiden.

Echte Parasiten gewinnen von ihrem Wirt Nahrung und töten ihn dabei nicht, führen aber zu seiner Schädigung. Je nach Besiedlung der Körperoberfläche des Wirtes oder seines Körperinneren unterscheidet man Ektoparasiten (z. B. *Varroa*-Milbe) und Endoparasiten (z. B. Fadenwürmer, Fächerflügler).

Parasitoide töten im Gegensatz zu echten Parasiten ihren Wirt im Verlauf ihrer Entwicklung. Sie nehmen also eine Mittelstellung zwischen Räuber und Parasit ein, weswegen man sie auch als Raubparasiten bezeichnet. Diese Form des Parasitismus ist vielfach abgewandelt. Im Falle der bei Wildbienen schmarotzenden Parasitoide befällt die Schmarotzerlarve die erwachsene Wirtslarve oder die Ruhe- larve und saugt diese nach und nach aus. Dabei

werden häufig zunächst die lebenswichtigen Organe geschont (parasitische Phase); erst im Verlauf der weiteren Entwicklung wird der Wirt umgebracht (räuberische Phase). Typische Parasitoide von Wildbienen sind Schlupfwespen, viele Erzwespen, Raupenfliegen und einige Goldwespen. Manche von ihnen sind obligatorische oder fakultative Hyperparasitoide und befallen die Larven anderer Parasitoide oder Futterparasiten. Die adulten Parasitoide sind Blütenbesucher, leben also nicht parasitisch.

Eine weitere Form des Parasitismus ist der Brutparasitismus. Die Brutparasiten nutzen die Brutpflegeteleistungen anderer Hautflügler aus. Sie bauen keine eigenen Nester, sondern schmuggeln ihr eigenes Ei während der Verproviantierungsphase in die Brutzelle ihres Wirtes und werden daher auch »Kuckucksbienen« bzw. »Kuckuckswespen« genannt. Die Schmarotzerlarve saugt das Wirtsei aus bzw. tötet die junge Wirtslarve und verzehrt anschließend den Futtervorrat. Wir sprechen deshalb auch von Futterparasiten, manche Autoren nennen sie auch Kleptoparasiten (vom griechischen κλεπτεῖν = stehlen). Typische Brutparasiten sind die Kuckucksbienen, von denen es bei den Wildbienen mehrere Gattungen gibt. Die Kuckucksbienenlarve beseitigt den Nahrungskonkurrenten, indem sie die junge Wirtsbienenlarve tötet (vgl. Kap. 3). Weitere typische Brutparasiten von Wildbienen sind die Keulenwespen (Sapygidae), deren Larven zunächst das Wirtsei aussaugen und sich dann über den Proviant hermachen. Auch die Schmalbauchwespen (Gasteruptionidae) sind gewöhnlich Futterparasiten, verhalten sich als ältere Larven oft auch räuberisch. Alle Brutparasiten leben als Imagines nicht parasitisch, sondern ernähren sich von Blütennektar oder Pflanzenteilen (Ölkäfer). Die Ölkäfer-Larven sind zu Beginn ihrer Entwicklung typische Brutparasiten, dringen sie in andere Brutzellen vor, können sie sich (ähnlich wie die Schmalbauchwespen) auch räuberisch verhalten.

Bei sozialen Hautflüglern gibt es außerdem sogenannte Sozialparasiten, die weder eigene Nester bauen noch Nahrung sammeln, sondern ihre Brut von bestimmten Wirten aufziehen lassen. Unter den Wildbienen leben z.B. die Schmarotzerhumeln (*Psithyrus*) sozialparasitisch (s. Kap. 3.2.45).

Zu den Gegenspielern der Bienen kann man auch die pathogenen (krankmachenden) Mikroorganismen rechnen, die deren Lebensprozesse ungünstig beeinflussen und teilweise auch zu ihrem Tode führen können.

Parasiten oder Krankheitserreger, die nur von der Honigbiene (*Apis mellifera*) bekannt sind, werden in diesem Kapitel nur teilweise und nur dann berück-

sichtigt, wenn die entsprechende Organismengruppe auch für Wildbienen von Bedeutung ist. Es sei daher auf die ausführliche Darstellung in dem Buch von ZANDER/BÖTTCHER (1984) verwiesen.

4.1 Mikroorganismen

4.1.1 Pilze, Fungi

Die Kalkbrut ist eine Mykose (Pilzkrankheit) der Larven bestimmter Hautflügler und tritt auch bei Wildbienen auf. In Nordamerika verursacht sie den Landwirten, die zur Bestäubung der von ihnen angebauten Luzerne die Blattschneiderbiene *Megachile rotundata* einsetzen, ernsthafte Probleme. Der Erreger dieser Kalkbrut ist der Schimmelpilz *Ascosphaera aggregata* (VANDENBERG & STEPHEN 1983). Die Sporen des Schimmelpilzes keimen im Mitteldarm und durchdringen im Laufe weniger Tage die Epidermis, die Tracheen und die Muskeln. Die Larve färbt sich gelblich und vertrocknet (mumifiziert) langsam (Verkalkung). Manche Imagines sind ständig Träger der Sporen und kontaminieren ihre Artgenossen, Eier und Pollenvorräte. Auch in von mir eingetragenen Nestern solitärer Bienen trat vereinzelt Kalkbrut auf. HOLM & SKOU (1972) fanden *Ascosphaera major* als fakultativen Parasiten, der in Brutzellen gesunder Blattschneiderbienen (z.B. *Megachile centuncularis*) saprophytisch wächst.

Die Kalkbrut der Honigbiene (*Apis mellifera*) entsteht durch Aufnahme der Sporen von *Ascosphaera apis* oder *A. major* durch die Bienenlarve.

Langanhaltende Regenperioden bringen eine stark erhöhte Luft- und Bodenfeuchtigkeit mit sich. Dies führt in vielen Fällen dazu, daß sich Schimmelpilze, und zwar *Aspergillus*-Arten, in den Brutzellen bodenbewohnender, aber auch oberirdisch nistender Wildbienen ausbreiten, den Futtervorrat überwachsen und schließlich im Verlust eines Teils der Brut resultieren. Auch adulte Wildbienen können von Pilzen befallen werden und daran zugrunde gehen. Die Steinbrut der Honigbiene wird durch *Aspergillus flavus* hervorgerufen.

4.1.2 Einzeller, Protozoa

Hummeln werden oft von *Nosema bombi*, einem Einzeller (Protozoon), befallen. Der Erreger infiziert den Darm, die Hummel wird geschwächt, verliert ihre Flugfähigkeit und geht oft zugrunde. Die als Nosematose bezeichnete Krankheit ist unter

Hummeln weit verbreitet (BETTS 1920a, SKOU et al. 1963). Obwohl *Nosema bombi* offensichtlich eine hohe Hummelsterblichkeit verursachen kann, ist über die genaue Epidemiologie noch wenig bekannt. Nah verwandt mit dem Erreger der Hummel-Nosematose ist *Nosema apis*, der für die Nosema-Krankheit der Honigbiene verantwortlich ist. Er gelangt mit der Nahrung über die Honigblase in den Mitteldarm, wo die Sporen auskeimen, sich vermehren und wieder ausgeschieden werden. Durch die Infektion ist die Darmfunktion der Honigbienen gestört. Sie gehen frühzeitig zugrunde. Bei fortgeschrittener Erkrankung finden sich in dem Bienenstock außer der Königin nur noch wenige Arbeitsbienen. Der Erreger ist in einem hohen Prozentsatz von Bienenvölkern latent vorhanden, die Krankheit kommt aber erst bei ungünstigen Bedingungen (z. B. kühles, regnerisches Frühlingswetter) richtig zum Ausbruch.

4.2 Fadenwürmer, Nematoda

Die Fadenwürmer gehören zu den Rundwürmern. Sie sind weltweit in allen Wasser- und Landlebensräumen verbreitet. Ihre Nahrung besteht aus lebenden und toten organischen Stoffen. Zahlreiche Arten sind Räuber. Die Parasiten unter ihnen ernähren sich von Pflanzensäften oder von Körperflüssigkeit oder Gewebeteilen ihrer Wirtstiere.

Solch ein parasitischer Fadenwurm ist *Sphaerularia bombi*, der in der Leibeshöhle adulter Hummeln (*Bombus*) oder Schmarotzerhummeln (*Psithyrus*) lebt (vgl. POINAR & LAAN 1972, STEIN & LOHMAR 1972, ALFORD 1975 und die dort jeweils zitierte Literatur). Im Verlauf der Infektion, die während der Überwinterung der Jungkönigin im Boden erfolgt, kommt es zu einer Schädigung der Hummelovarien. Dies führt dazu, daß die Nestgründung im Frühling unterbleibt und in Gebieten mit einem hohen Befall die Hummelbestände stark zurückgehen können. Im Körper der Hummel legen die begatteten Weibchen der Fadenwürmer ihre Eier ab. Aus diesen entwickeln sich Larven, die im 3. Larvalstadium wieder die Hummel in deren Exkrementen verlassen. Im Erdreich schließen sie ihre Entwicklung ab, verpaaren sich und die Weibchen befallen neue Jungköniginnen. Die Infektionsrate ist innerhalb der einzelnen Hummelarten unterschiedlich. Solche Hummelköniginnen, die in einem für den Nematoden günstigen Gebiet leben, sind stärker befallen. Der Rundwurm bevorzugt nämlich während seines Aufenthaltes außerhalb des Wirtes feuchten Boden und hält sich hier in etwa 20 cm Tiefe auf.

Auch offensichtlich nichtparasitische Nematoden können bei Wildbienen auftreten. Sie finden sich in der Dufour-Drüse, im Kopulationsapparat oder im Eileiter der Weibchen und im Penis der Männchen verschiedener Wildbienen-Arten (vgl. GIBLIN & KAYA 1984).

4.3 Spinnen, Araneae

Spinnen sind räuberisch lebende Gliedertiere. Die meisten von ihnen stellen Netze verschiedenster Art her, um damit Beute zu fangen. Hin und wieder geraten auch Bienen in sie hinein. Viele Spinnen weben keine Fangnetze, sondern pirschen sich an ihre Beutetiere an oder lauern regungslos. Zu den letzteren gehören die Krabbenspinnen (Thomisidae), deren beiden Vorderbeinpaare wesentlich länger sind als die hinteren. Als tagaktive Ansitzjäger lauern sie oft auf Blüten, wo sie Insekten blitzschnell erbeuten und durch einen gezielten Biß töten. Neben Schwebfliegen und Schmetterlingen überfallen sie auch Honigbienen; mitunter findet man aber auch Wildbienen, die leblos von einer Blüte herabhängen und gerade von einer Krabbenspinne ausgesaugt werden. Von den rund 40 heimischen Arten ist die Veränderliche Krabbenspinne (*Misumenavatia*) eine der häufigsten. Die adulten Weibchen können ihre Körperfärbung einem weißen oder gelben Untergrund so gut anpassen, daß sie auf Blüten oft nahezu unsichtbar sind und nur ein geübtes Auge die perfekt getarnten Räuber entdeckt.

4.4 Milben, Acari

Die Milben bilden neben den Spinnen die artenreichste Ordnung der Spinnentiere. Sie sind außerordentlich vielgestaltige, oft winzige Organismen, die alle möglichen Lebensräume bewohnen. Unter den rund 3000 heimischen Arten leben viele von der Vertilgung kleiner Gliedertiere oder zersetzen organische Materialien. Sehr viele Arten sind Schmarotzer an Pflanzen (Spinnmilben), Tieren (Räudemilben) und Menschen (Krätzmilben, Zecken) und können gesundheitliche und wirtschaftliche Schäden verursachen. Milben durchlaufen sechs Entwicklungsstufen: Ei, sechsbeinige Larve, drei achtbeinige Nymphenstadien bis zum erwachsenen Tier mit acht Beinen. Von den Nymphenstadien werden häufig mehrere übersprungen, meist sind nur zwei vorhanden (Proto- und Deutonymphe).



Eine Krabben Spinne (*Misumena spec.*) hat auf einer Wiesen-Knautie (*Knautia arvensis*) eine Furchenbiene (*Halictus simplex*) erbeutet.

Milben gehören auch zur Welt der Bienen. Viele unter ihnen sind harmlose Gäste, andere nutzen Wildbienen als Transportmittel, wieder andere können als Schmarotzer erhebliche Brutverluste verursachen. KROMBEIN (1967) fand Milben der Gattung *Chaetodactylus* in den Zellen der Mauerbiene *Osmia caerulescens*, VITZTHUM (1943) und RAW (1972) *Chaetodactylus osmiae* (Dufour) und eine *Tyrophagus*-Art bei *Osmia rufa*. Regelmäßig tritt auch in den Nestern von *Osmia brevicornis* eine ganz bestimmte, mir bisher noch unbekannte Milbenart (*Chaetodactylus*?) auf, die die Pollenreste verzehrt und daher als Kommensale zu werten ist. Nur, wenn ein Kokon verletzt ist, befallen die Milben auch die Ruhelarve oder Puppe. Im Frühjahr verlassen die Milben am Thorax der Männchen angeklammert die Nester und werden auf diese Weise vermutlich zu neuen Nistplätzen verschleppt.

Auch in Hummelnestern sind eine ganze Reihe verschiedener Milben zu finden. Sie treten dort oft in großer Zahl auf. Oft findet man Königinnen, deren Thorax rundherum mit Milben besetzt ist und die daher auch als Transporteure fungieren (Phoresie). Bereits dann, wenn die jungen Hummelköniginnen ihr Geburtsnest verlassen, klammern sich Milben an sie, um den Winter auf ihrem Wirt zu

überdauern. Aber auch Arbeiterinnen und Männchen schleppen in ihrem Pelz Milben mit sich herum. CHMIELEWSKI (1971) berichtet über die Milben an Hummeln und in deren Nestern und nennt u.a. *Parasitus fucorum* (de Geer), *Tyrophagus* (= *Kuzinia*) *laevis* (Dujardin) und *Scutacarus acarorum* (Goeze) als häufigste Arten. Während *P. fucorum* und *T. laevis* sich von Futterresten und Hummelexkrementen ernähren, lebt *S. acarorum* wahrscheinlich parasitisch von der Haemolymphe der Hummel. Im Hummelnest treten aber auch Raubmilben auf, z.B. *Cheyletus eruditus* (Schränk), die natürliche Gegenspieler anderer Hummelmilben sind.

Seit mehr als 10 Jahren ist die Milbe *Varroa jacobsoni* Oudemans die Ursache für eines der gravierendsten Probleme der Imker. Diese zu den echten Parasiten zählende Art befällt sowohl die Brut als auch die adulten Honigbienen. Eigentlich ist die *Varroa* ein Parasit der im asiatischen Raum vorkommenden Indischen Honigbiene *Apis cerana*. In den 50er Jahren ging sie unerwartet auf die Westliche Honigbiene *Apis mellifera* über, und zwar dort, wo diese Honigbiene in das Verbreitungsgebiet der *Apis cerana* gebracht wurde. Von dort kam sie durch Bientransporte nach Europa. Nahezu weltweit ist sie inzwischen verbreitet, nur Australien, Nordame-



Eine Königin der Steinhummel *Bombus lapidarius* als Transporteur von Milben.

rika und die Britischen Inseln sind noch varroafrei. In der Bundesrepublik Deutschland wurde die *Varroa* erstmals im Jahre 1977 im Taunus nachgewiesen und hat sich seither auch im Bundesgebiet unaufhaltsam ausgebreitet. Auffallenderweise befällt sie die Völker der *Apis mellifera* viel stärker als die der *Apis cerana*, bei der sie sich nicht sonderlich gefährlich auswirkt. Hier vermehrt sie sich fast nur auf der Drohnenbrut. Da *Apis mellifera* kein ursprünglicher

Wirt dieser Milbe ist, besteht auch kein angepaßtes Wirt-Parasit-Verhältnis, was einer der Gründe für die beträchtliche Schadwirkung sein mag.

Die *Varroa*-Milbe ist mit bloßem Auge gut sichtbar. Die Weibchen setzen sich bevorzugt an der Bauchseite der Bienen an dünnhäutigen Stellen fest. Dort durchstechen sie die Intersegmentalhäute mit ihren Mundwerkzeugen und saugen die Hämolymphe (Bienenblut). Bis zu 20 Milben wurden auf einer



Am Eingang des vorjährigen Nestes von *Osmia brevicornis* warten im Frühjahr Hunderte von Milben, um sich an ein schlüpfendes Männchen zu klammern und sich von ihm zu einem anderen Nistplatz transportieren zu lassen.



Ein mit Milben völlig besetztes Männchen der Scherenbiene *Chelostoma florissomne* unmittelbar nach dem Schlüpfen.

Honigbiene beobachtet. Die Männchen nehmen keine Nahrung zu sich und leben nur in den Brutzellen. Ihre Eier legen die Milbenweibchen nur in die Brutzellen ab. Bereits während ihrer Entwicklung saugen die Parasiten an der Larve, Vorpuppe oder Puppe. Die erwachsenen Milben verlassen mit der schlüpfenden Biene die Brutzelle. Durch die Parasitierung haben die adulten Bienen eine deutlich verkürzte Lebenserwartung. Ein schwacher Befall bleibt vom Imker oft unbemerkt. Die Völker werden immer schwächer, bis 3–4 Jahre nach dem Befall durch Tausende von Milben die gesamte Brut in Mitleidenschaft gezogen ist und die Völker absterben, sofern nicht rechtzeitig Bekämpfungsmaßnahmen erfolgt sind.

4.5 Ohrwürmer, Dermaptera

Ohrwürmer sind hauptsächlich in der Dämmerung und nachts aktiv. Sie kriechen gerne in dunkle Schlupfwinkel und bilden an geeigneten Plätzen oft Massenansammlungen. Tatsächlich sind die »Ohrwürmer« gar keine Würmer, noch kriechen sie in den menschlichen Gehörgang, wie der Volksaberglaube behauptet, sondern sind für Menschen völlig harmlos. Ihre Nahrung ist bei den Vollkerfen wie den Larven weitgehend gleich und pflanzlicher und tierischer Natur. Vor allem der Gemeine Ohrwurm *Forficula auricularia* L. dringt bisweilen in noch nicht verschlossene Brutzellen von oberirdisch nistenden Bienen (z. B. *Osmia*) ein und frisst den Nahrungsvorrat. Bei massenhaftem Auftreten können Ohrwürmer die Bienenweibchen auch aus deren Nestern vertreiben. Vor allem bei in großer Dichte angebrachten Nisthilfen können sie zu einer Plage werden.

4.6 Käfer, Coleoptera

4.6.1 Ölkäfer, Meloidae

Im Frühjahr kann man an sonnigen Grasplätzen, in lichten Auwäldern, an warmen Waldrändern und ähnlichen Stellen langsam kriechende, schwarzblau gefärbte Käfer sehen, deren Flügeldecken kaum entwickelt sind. Bei Berührung scheiden die flugunfähigen Tiere eine bernsteinfarbene, ölige Flüssigkeit aus, die ein wirksames Schutzmittel darstellt. Bei diesen Käfern handelt es sich um Vertreter der Familie Meloidae. Zu ihnen zählen die Ölkäfer oder



Männchen des Ölkäfers *Meloe violaceus*.



Triungulinen in der Blüte des Busch-Windröschens (*Anemone nemorosa*).

Blaskenkäfer der Gattung *Meloe* und die Pflasterkäfer der Gattung *Lytta*. Ihnen gemeinsam ist eine hochgiftige Substanz, das Cantharidin, das bei den Ölkäfern vor allem in der Blutflüssigkeit und bei den Pflasterkäfern in den Flügeldecken enthalten ist. Die Einnahme von 0,03 g Cantharidin kann beim Menschen bereits zum Tode führen. Die Giftigkeit der Meloiden war bereits im Altertum bekannt. Die Spanische Fliege (*Lytta vesicatoria*) wurde früher kommerziell zu einem in der Medizin benutzten cantharidinhaltigen Pulver verarbeitet. Dieses Pulver wurde bei der Zubereitung von Wundermedizin, Liebestranken, bei Giftmorden, bei Verursachung künstlicher Entzündungen und insbesondere bei der Herstellung blasenziehender Pflaster verwendet (Pflasterkäfer) (HAELKA 1980a, 1980b).

Als Adulte ernähren sich die Meloiden vorwiegend von Pflanzen. Ihre Larven entwickeln sich – mit Ausnahme einiger bei Heuschrecken parasitierenden Arten – in Nestern von Wildbienen. Über die Biologie der mitteleuropäischen Arten sind wir nur

oberflächlich informiert. Der nordamerikanische *Meloe niger*, der sich vorzugsweise bei der Alkali-biene *Nomia melanderi* entwickelt, wurde eingehend von MAYER & JOHANSEN (1978) beschrieben. Der in Mitteleuropa von den insgesamt 14 *Meloe*-Arten häufigste Ölkäfer dürfte *Meloe violaceus* sein, der im Imaginalstadium überwintert. Die frühesten Tiere treten etwa Mitte April auf, bald darauf kann man auch die Paarung beobachten. Der Hinterleib der Weibchen schwillt von den 2000–4000 Eiern stark an. Von April bis Mai werden die Eier in 1–2 cm tiefen selbstgegrabenen Erdhöhlen abgelegt.

Die Larvenentwicklung ist bei den Meloiden höchst bemerkenswert. Ihre ungewöhnlich verschieden gestaltige Verwandlung wird als Hypermetamorphose bezeichnet. Aus den Eiern schlüpfen ca. 2 mm große Larven. Sie haben an ihren Tarsen eine Klaue und zwei klauenförmige Borsten und wurden deswegen von Dufour, der die Larven für eine eigene Insektenart hielt, als *Tringulinus andrenetorum* (= Dreiklauer) beschrieben. Mit ihren langen Beinen und zwei fadenförmigen Hinterleibsanhängen sind sie anderen Käferlarven sehr unähnlich. (Bei *Meloe violaceus* ist zu vermuten, daß sich ein Teil oder alle abgelegten Eier erst im folgenden Frühjahr zu Larven entwickeln, vgl. HAVELKA 1984.) Die Triungulinen findet man im April in den Blüten verschiedenster Pflanzen, v.a. Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*), Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria*), Frühlings-Fingerkraut (*Potentilla verna*) und Huflattich (*Tussilago farfara*). In den Blüten lauern sie auf Wildbienen, insbesondere Sandbienen (*Andrena*), Seidenbienen (*Colletes*), Pelzbienen (*Anthophora*) oder Langhornbienen (*Eucera*), an die sie sich anklammern. Die Weiterentwicklung ist nur im Nest der Wirtsbiene möglich, das sie durch Phoresie (Transport) erreichen. Da der »Dreiklauer« sich auch an »falschen« Trägerinsekten festklammert, treten starke Verluste auf. Solche ungeeigneten Transporteure sind z.B. auch Honigbienen und Hummeln, in deren Nestern sie sich nicht weiterentwickeln.

In der Brutzelle der Solitärbiene läßt sich der Triungulinus fallen. Nach der Eiablage des Wirtes frißt er das Bienenei und häutet sich danach. Aus dem »Dreiklauer« (Erstlarve) wird eine madenartige, kurzbeinige Zweitlarve, die der Erstlarve völlig unähnlich ist und den Nahrungsvorrat verzehrt. Anschließend sucht diese Sekundärlarve eine oder mehrere weitere Brutzellen auf und verzehrt den vorgefundenen Inhalt (Pollen, Bienenlarve oder beides). Nach Abschluß der Freßphase häutet sie sich zum Ruhestadium, der Scheinpuppe, die in der Larvenhaut liegend überwintert. Im Frühjahr häutet

sich die Scheinpuppe ein weiteres Mal zu einer madenartigen, nicht fressenden Larve, die sich nach einigen Wochen verpuppt. Die Puppe zeigt bereits die Umrisse des Vollinsekts. Nach einer weiteren Ruhezeit schlüpft der Ölkäfer. Die Larvalentwicklung ist bei den einzelnen *Meloe*-Arten unterschiedlich abgewandelt.

Bei einigen Arten begibt sich die Larve vor ihrer Verwandlung zur Scheinpuppe aus der Zelle in das umgebende Erdreich, andere entwickeln sich in der Brutzelle. Die Spanische Fliege (*Lytta vesicatoria*) legt die Eier wie *Meloe* in Erdlöcher ab. Der Triungulinus sucht das Nest der solitären Bienen (*Colletes*, *Hylaeus*) aber aktiv auf. Die weitere Entwicklung erfolgt wie bei *Meloe*. Bei *Sitaris* (= *Apalus*) *muralis*, der ebenfalls zu den Meloiden gehört, werden die Eier haufenweise am Eingang von Pelzbienennestern (*Anthophora*) im August abgelegt. Die *Sitaris*-Larven schlüpfen Ende September bis Anfang Oktober und überwintern in der schützenden Eihülle. Erst im Frühling klammern sie sich an die Thoraxhaare der zuerst schlüpfenden Männchen. Bei der Paarung wechselt die Primärlarve auf das Bienenweibchen über und wird von diesem in das Nest getragen. Dort läßt sie sich fallen, sobald die Biene ein Ei legt. Sie frißt zunächst das Bienenei, später den Futtervorrat. Erst im Juni des folgenden Jahres (ausnahmsweise auch schon im Herbst des gleichen Jahres) ist die Entwicklung bis zum Imaginalstadium beendet.

Nach PAULUS (1980) ist der Rückgang einiger Ölkäfer-Arten unmittelbar auch auf den Rückgang ihrer Bienen-Wirte zurückzuführen.

4.6.2 Buntkäfer, Cleridae

Die Buntkäfer sind in Mitteleuropa mit rund 18, oft bunt gezeichneten Arten vertreten. Manche finden wir nicht selten auf Blüten, andere auf und unter Baumrinde, wo sie, wie auch ihre Larven, räuberisch von anderen Holzinsekten und deren Larven leben. *Trichodes alvearius* F. und *Trichodes apiarius* L., zwei metallisch blau und rot gefleckte Cleriden von 10–16 mm Körpergröße entwickeln sich in Nestern solitärer Wildbienen, vor allem oberirdisch nistender Megachiliden, wo sie die eingetragenen Nahrungsvorräte oder die Brut fressen. Sie heißen daher auch Immenkäfer oder Bienenwölfe (Namensgleichheit mit bestimmten Grabwespen) und können zum Typ des Räubers gerechnet werden. (Selten findet man sie auch in Stöcken der Honigbiene, wo sich die Larven von toten Bienen, Puppen und Maden ernähren, aber kaum Schaden anrich-



Bienenwolf (*Trichodes apiarius*) im Blütenköpfchen des Löwenzahns (*Taraxacum officinale*).

ten.) Die Eiablage erfolgt in kleinen Hohlräumen oder anderen geschützten Stellen in der Nähe der Nester. Die Fortpflanzungsrate beträgt 200 Eier pro Weibchen bei *T. alvearius* und 260 Eier pro Weibchen bei *T. apiarius* (CARRÉ 1980). Die Larven des ersten Stadiums dringen in die Nester oder Brutzellen von Bienen ein (vgl. KROMBEIN 1967, MARÉCHAL 1933). Finden sie nicht sofort geeignete Nährsubstrate (Pollen, Eier, Larven) vor, sind sie in der Lage, bis zu 10 Monate im Hungerzustand zu überdauern. Von *T. apiarius* konnte ich selbst eine Larve über ein Jahr unter extremem Nahrungsmangel am Leben erhalten. Durch diese Widerstandsfähigkeit haben die Käferlarven die Möglichkeit sich weiterzuentwickeln, wenn sie zuerst auf ein Substrat mit nur geringem Nährwert gestoßen sind.

In Linienbauten zerstört die *Trichodes*-Larve alle Zwischenwände und frißt den Inhalt sämtlicher Brutzellen. Vor der Verpuppung wird zum Nesteingang hin ein fester Pfropfen aus Exkrementen und Zwischenwandmaterial gebaut. Die Larve spinnt einen rosaroten, seidigen Kokon. Die Puppenruhe kann mehrere Jahre dauern, so daß sich der Entwicklungszyklus vom Ei bis zur Imago bei *Trichodes* über 3–5 Jahre erstrecken kann.

4.6.3 Schimmelnkäfer, Cryptophagidae

Die durchweg kleinen Schimmelnkäfer (meist 1–3 mm) und ihre Larven leben keineswegs nur von Schimmelpilzen, sondern vertilgen verschiedenste zerfallende organische Stoffe. Die Arten der Gattung *Antherophagus*, insbesondere *A. nigricornis* leben in den Nestern fast sämtlicher Hummelarten. Die adulten Käfer klammern sich im Frühling an blütenbesuchende Hummeln und lassen sich von ihnen ins Nest tragen (vgl. FRISCH 1952). Die Weibchen legen ihre Eier in das Nestmaterial, wo die Larvenentwicklung in der Regel stattfindet. Im Juli oder August erscheint eine zweite Generation, deren Angehörige ein anderes Hummelnest aufsuchen, um dort erneut Eier abzulegen. In diesen Nestern erfolgt die Überwinterung im letzten Larvenstadium. Die einzelnen Autoren haben unterschiedliche Ansichten über den Grad der Beeinträchtigung von Hummeln. Während nach den Angaben von WAGNER (1907), POSTNER (1952), HOBBS et al. (1962) und HAGEN (1986) der *Antherophagus* sich im Hummelnest als brutschädigend erweist, weil der Inhalt der Kokons verzehrt wird, stellt POUVREAU (1974) diesen Schimmelnkäfer eher zu den Kommen-

salen. Zwar räumt ihm dieser Autor bei zahlreichem Auftreten ebenfalls eine gewisse Schadwirkung ein, konnte jedoch kein räuberisches Verhalten feststellen.

4.6.4 Speckkäfer, Dermestidae

Speckkäfer leben in Häusern und Lagerräumen an allen Tierresten (Speck, Knochen, Horn, Häute, Felle und daraus gefertigte Produkte wie Pelze, Polster etc.), aber auch in Tiersammlungen und Herbarien. In der freien Natur leben manche Arten von Insektenresten oder sie entwickeln sich in Vogel- und Hautflüglernestern. BRECHTEL (1986) fand *Megatoma undata* in einem Nest der Mauerbiene *Osmia rufa*.

4.6.5 Diebskäfer, Ptinidae

Diebskäfer sind durchweg kleine bis winzige, hochgewölbte Insekten. Einige Arten der Gattung *Ptinus*, v.a. *P. sexpunctatus* entwickeln sich einzeln, bisweilen auch zu mehreren in den Brutzellen von Mauerbienen (*Osmia*), wo sie meist nur Kommensalen sind, also von der Nahrung des Wirtes mitfressen, ohne diesen wesentlich zu schädigen. Die Verpuppung erfolgt in einer Ecke der Brutzelle in einem aus einigen Spinnfäden oder aus zusammengesponnenen Material der Umgebung gebildeten Kokon. Die Überwinterung erfolgt in der Regel als Ruhelarve, gelegentlich auch als Imago. An den von mir am Haus reichlich angebrachten Nisthilfen für *Osmia cornuta* und *Osmia rufa* treiben sich alljährlich eine größere Anzahl Diebskäfer (*P. sexpunctatus*) herum, die sich regelmäßig in den von mir eingetragenen Nestern entwickeln. Auch HAMM (1924) und BRECHTEL (1986) haben *P. sexpunctatus* aus Zuchten von *Osmia rufa* erhalten.

4.7 Fächerflügler, Strepsiptera

Die Fächerflügler sind eine Insektenordnung, deren Stellung im System noch umstritten ist, die heute aber meist in die Nähe der Käfer gestellt wird. Sie sind bemerkenswert durch die weitgehend innenparasitische Lebensweise der meisten Entwicklungsstadien und durch den starken Geschlechtsunterschied. Auch die einzelnen Larvenstadien sind gestaltlich verschieden. Die Wirtstiere der Fächerflügler sind ausschließlich andere Insekten verschiedenster Gruppen. Die Vertreter zweier Fa-



Diebskäfer (*Ptinus sexpunctatus*).



Geöffneter Kokon und Larve von *Ptinus sexpunctatus* in der Brutzelle und neben dem Kokon von *Osmia cornuta*.

milien parasitieren in Hautflüglern: Die Hylectriden (Hylectridae) schmarotzen in Bienen der Familie Colletidae, z.B. in Maskenbienen (*Hylaeus*), die Stylopiden (Stylopidae) in verschiedensten Hautflüglern (KINZELBACH 1969a, 1969b). GAUSS (1959) hat über Morphologie und Biologie dieser interessanten Kerbtierordnung berichtet. Die aus Baden bekannten, von Strepsipteren befallenen Bienenarten hat der gleiche Autor (GAUSS 1967) zusammengestellt. Aus folgenden Bienengattungen wurden von Strepsipteren befallene Arten bekannt: *Hylaeus*, *Pseudapis*, *Rophites*, *Dufourea*, *Halictus*, *Lasioglossum*, *Panurgus*, *Panurginus*, *Melitturga*, *Andrena*.

Die Männchen der Fächerflügler sind nur 1–7,5 mm groß. Ihre an der mächtigen Hinterbrust ansetzenden Hinterflügel sind nur mit Längsadern versehen, werden in Ruhe der Länge nach gefaltet (daher »Fächerflügler«) und nach hinten dem Körper angelegt. Die Weibchen verbleiben wie bei den

meisten Strepsipteren zeitlebens in ihrer letzten Larvenhaut und mit ihrem unförmig angeschwollenen Hinterleib im Wirtsinsekt stecken. Ins Freie ragen nur Kopf und Brust. Augen, Fühler, Beine und Flügel fehlen. Die meisten Organe sind rückgebildet. An dem zwischen den Hinterleibssegmenten des Wirtes herausschauenden Kopfbruststück sind zwei Atemöffnungen (Stigmen) zu erkennen. Auf der Bauchseite liegt die Mündung des Brutraumes, in die eine verschiedene Anzahl von Gebärorganen in Form von Schläuchen mündet, die aus der Leibeshöhle die reifen Larven ins Freie befördern.

Der Lebenslauf eines bei Hautflüglern lebenden Fächerflüglers sieht etwa folgendermaßen aus: Männliche Fächerflügler leben nur wenige Stunden. Als Vollkerfe suchen sie die reifen Weibchen aktiv auf, angelockt durch den vom Weibchen abgegebenen Duft. Zur Begattung stößt das Männchen sein Begattungsorgan in die Mündung des Brutkanals, durchsticht dessen Wand und gibt sein Sperma in die Leibeshöhle ab. Die Samenzellen wandern zu den Eiern, die in großer Anzahl frei im Hinterleib des Weibchens liegen. Die bis zu 1000 zählenden, winzigen (ca. 0,25 mm), tringulinus-ähnlichen Larven des ersten Stadiums (Primärlarven) verlassen ihre Mutter durch den Brutspalt. Sie können sich bewegen und mit ihren langen Schwanzborsten sogar springen. Die Erstlarve gelangt mit dem Wirt auf Blüten, wo sie sich an einen Artgenossen des Wirts festklammert und von diesem in das Nest eingetragen wird. Dort dringt sie in die junge Wirtslarve ein. In ihr häutet sie sich zum extremitätenlosen, madenartigen 2. Stadium (Sekundärlarve), das durch den Mund Körperflüssigkeit des Wirtes aufnimmt und so als Endoparasit im Wirtsabdomen lebt. Nach fünf Häutungen verläßt sie nur mit dem Vorderende (Kopf und Brustteil) zwischen zwei Segmenten den Wirt, um sich zu verpuppen. Die Larvenhaut wird zur Puppenhülle (Puparium), die beim Männchen tönnchenförmig, beim Weibchen meist etwas abgeflacht, schuppchenartig, ist. Das männliche Vollinsekt schlüpft im Puparium, streckt dort die Flügel, bis es nach Tagen sein Tönnchen verläßt. Bei den Weibchen ist die letzte Häutung nur noch angedeutet. Die von Strepsipteren befallenen, sogenannten styloptisierten Bienen sind meist steril und sowohl in ihrem Verhalten als auch in ihrer Morphologie verändert. Styloptisierte Imagines erscheinen vor ihren nicht befallenen Artgenossen.

4.8 Schmetterlinge, Lepidoptera

Auch unter den Schmetterlingen gibt es solche, die Bienen heimsuchen. Es sind die Zünsler (Pyralidae), die zu den Kleinschmetterlingen gehören. Die Zünsler sind kleine bis mittelgroße, meist nachts oder in der Dämmerung fliegende Falter und besiedeln die unterschiedlichsten Lebensräume. Manche von ihnen sind im Raupenstadium Gras- oder Moosfresser, leben an Blättern von Laub- oder Nadelbäumen, und können auch an gärtnerischen oder landwirtschaftlichen Nutzpflanzen sowie an pflanzlichen Vorräten schädlich werden. Nur wenige unter ihnen entwickeln sich in Nestern von Bienen, können dann aber erhebliche Schäden anrichten.

Die Große Wachsmotte *Galleria mellonella* L. fliegt in zwei oder mehr Generationen von Mai bis September. Das Weibchen sucht in den Abendstunden Bienenstöcke auf, legt die Eier in Haufen vor allem im Stockinnern in Ritzen ab. Die Raupen (Rankmaden) schlüpfen nach 2–4 Tagen und befreien von Gespinstströhen aus zunächst den Bodenmüll, dann die alten, später auch die belegten Waben. Ihre Hauptnahrung sind Pollenreste, aber auch Wachs, das sie mit Hilfe eines Ferments verdauen können und das sie für ihre Entwicklung benötigen. Die Verpuppung erfolgt oft dicht beieinander in spindelförmigen Gespinstkokos an den Wabenrähmchen. Nachbarkokons haben oft eine gemeinsame Wand. Auch in Hummelnestern wurde die Große Wachsmotte gefunden (OERTEL 1963).

Die Kleine Wachsmotte *Achroidea grisella* F. ist etwas kleiner als vorige Art. Ihre Lebensweise ist ähnlich, die Entwicklung ist jedoch auch ohne Wachsnahrung möglich. Die Larven verpuppen sich einzeln, also nicht gesellig beieinander.

Die Hummel-Wachsmotte *Aphomia sociella* L. fliegt von Mai bis September und ist durch die Lebensweise der polyphagen Raupen bemerkenswert, die vor allem in Hummelnestern zu finden sind. Die Eier werden an verschiedenen Stellen im Nestmaterial in Paketen abgelegt. Die jungen Motten-Larven fressen die Wachszellen, wodurch sie die Hummeln schädigen und die Volkentwicklung behindern. In das Nestmaterial bohren sie mit Seidenfäden ausgekleidete Gänge, in denen sie sich auch häuten. Sie verpuppen sich oft in großer Zahl in einem gemeinsamen Gespinst, in dem sie im Larvenstadium überwintern. POUVREAU (1967) hat die Biologie dieser Art näher untersucht.

4.9 Fliegen, Diptera

4.9.1 Wollschweber, Bombyliidae

Die Bombyliidae sind eine artenreiche Familie gebrungen gebauter, kleiner bis mittelgroßer Fliegen. Viele dieser Wollschweber sind, wie ihr Name schon andeutet, dicht pelzig, manchmal bunt gemustert behaart und erinnern daher in gewisser Weise an Hummeln (Hummelschweber) oder Bienen (»bee-flies«). Sie sind außerordentlich gewandte Flieger. Wie viele Schwebfliegen (Syrphidae) können sie sich an einer Stelle schwebend in der Luft halten. Als Adulte sind sie typische Blütenbesucher, die sich mit Hilfe ihres langen Saugrüssels von Blütennektar ernähren. Ihre Larven leben, soweit bekannt, als Raubparasiten (Parasitoide) vor allem an Larven verschiedener Wildbienen, die sie aussaugen, aber auch an Wespen- oder Käferlarven und anderen Insekten. Ihr ungewöhnliches Eiablageverhalten wurde von SCHREMMER (1963) entdeckt und beschrieben. Die Weibchen zumindest einiger Wollschweber-Arten nehmen beim Sitzen in einer Bucht ihrer Hinterleibspitze von der Erde feinen Sand auf. Der Sandaufnahme dient ein Haarpinselapparat, welcher eine Sandkammer umschließt. Dabei setzt sich die Fliege auf eine trockene Bodenstelle und taucht ihre Hinterleibsspitze unter zitternden Bewegungen in den Sand. Die Eier müssen vor dem Abwurf die Sandkammer passieren und werden dabei eingepudert. Von der im Rüttelflug schwebenden Fliege werden die Eier unter wippenden Bewegungen abgeworfen.

»Bei *Bombylius vulpinus* geschieht das zumeist gezielt in die offenen Eingangslöcher von erdnistenden Bienen (*Panurgus*), bei *Spongostylum* zumeist gezielt auf die Oberfläche eines bereits verschlossenen Mörtelbienennestes (*Chalicodoma*) (= *Megachile parietina*, der Verfasser), aber auch in schattige Winkel und Spalten des Felsens in der unmittelbaren Nähe von solchen Nestern. *Bombylius major* wirft seine Eier seltener gezielt auf oder in ein Bienennest, sondern zumeist an den Nistorten von Bienen mehr oder weniger zerstreut ab « (SCHREMMER 1963). Über die Bedeutung dieser Sandbekleidung ist nichts Sicheres bekannt.

Die Eiproduktion ist bei den Wollschweben sehr hoch, da die Larven nur mit geringer Wahrscheinlichkeit einen Wirt erreichen. SCHREMMER schätzt die Zahl der von einem Weibchen produzierten Eier auf rund 3000. Die Larven suchen ihren Wirt aktiv auf. An den Nestern oberirdisch nistender Bienen der Familie Megachilidae kann man regelmäßig den



Trauerschweber (*Anthrax anthrax*).

Trauerschweber *Anthrax anthrax* beobachten. Vor dem Nesteingang steht das Weibchen im Schwebflug und bewegt sein Abdomen blitzschnell nach unten und nach vorne in Richtung Eingang. Vermutlich wird hierbei das Ei abgelegt. Nach dem Schlüpfen kriecht die Fliegenlarve in eine Brutzelle des Wirtes. Dort wartet sie, bis die Wirtslarve den Futtervorrat verzehrt hat und macht sich dann über sie her. Ich konnte den Trauerschweber aus Brutzellen der Blattschneiderbiene *Megachile nigriventris* ziehen. Die Fliegenlarve verpuppte sich innerhalb des Bienenkokons. Die Puppe trägt am Vorderende eine Krone starker, spitzer Zähne. Diese Werkzeuge ermöglichen es ihr, durch rotierende Bewegungen des ganzen Körpers in den Kokon und die Blattzelle eine Öffnung zu schneiden. Zusätzliche Borsten helfen ihr, sich aus der Brutzelle oder dem Nest nach außen zu arbeiten. An einer geeigneten Stelle verharret sie, bis nach wenigen Minuten die Puppenhaut reißt und die adulte Fliege ausschlüpft.

Über die Wirtsspezifität der Bombyliiden ist noch wenig bekannt, doch scheint sie zumindest bei einigen Arten nicht besonders groß zu sein. Unter den Wildbienen werden vor allem Seidenbienen (*Colletes*), Sandbienen (*Andrena*), Zottelbienen (*Panurgus*), Mauerbienen (*Osmia*) sowie Blattschneider- und Mörtelbienen (*Megachile*) als Wirte beobachtet (vgl. SCHREMMER 1963, KROMBEIN 1967, WESTRICH 1980).

4.9.2 Dickkopffliegen, Conopidae

Conopiden sind nicht selten bunt oder wespenartig gezeichnete Fliegen mit großem, oft etwas aufgeblästem Kopf (Name!) und eifrige Blütenbesucher.

Ihre Larven leben innenparasitisch in Wespen und Bienen. Die Weibchen verfolgen die Wirtstiere und legen ihre Eier durch deren Segmentzwischenhäute in das Abdomen. Die Larven leben im Hinterleib des Wirtes und können mit ihrem verjüngten Vorderende durch die Wespentaille der Biene oder Wespe auch deren Brustorgane erreichen und auffressen. Die Verpuppung und Überwinterung erfolgt im Chitinpanzer des Wirtes. Unter den Wildbienen werden besonders Hummeln (v.a. Arbeiterinnen und Männchen) von Dickkopffliegen parasitiert (ALFORD 1975).

Eine der häufigsten Hummelparasiten unter den Conopiden ist *Physocephala rufipes*. Vereinzelt sind Hummeln aber auch die Wirte von Arten der Gattung *Conops* sowie von *Sicus ferrugineus*. Eine zusammenfassende Darstellung der Biologie der Conopiden und ihrer Wirte gibt SMITH (1959, 1969).

4.9.3 Schwebfliegen, Syrphidae

Schwebfliegen sind mittelgroße bis stattliche Fliegen von sehr verschiedenem Aussehen. So gibt es nackte oder pelzig behaarte, gedrungene oder schlanke Arten, viele sind auffallend, nicht selten wespenartig schwarz-gelb gezeichnet. Manche ähneln Honigbienen (»Mistbienen«) oder Hummeln. Ihr deutscher Name rührt von der Eigenart insbesondere der Männchen vieler Arten her, im Schwirrfly auf der Stelle zu verweilen. Die Lebensweise der Larven ist sehr vielfältig.

Unter den stattlichen Vertretern der Gattung *Volucella* lebt die pelzig behaarte Hummelfliege *Volucella bombylans* L. als Larve in den Nestern verschiedener Hummelarten. Das *Volucella*-Ei ist relativ groß, länglich, weiß gefärbt und ziemlich hart. Die ausgewachsene Larve erreicht eine Länge von



Weibchen der Tauffliege *Cacoxenus indagator*.



Larven und Larvenexkremente von *Cacoxenus indagator* in einer Brutzelle von *Osmia rufa*.

22–26 mm. Sie frißt dort normalerweise den Abfall unter der Wabe, bisweilen aber auch die Larven des Wirtes, richtet im Hummelvolk gewöhnlich aber keinen Schaden an. Die Überwinterung erfolgt im Puparium, die Adulten schlüpfen erst im folgenden Frühling. Die Imagines, die sich auf Blüten von Pollen und Nektar ernähren, treten in Farbvarianten auf, die manchen Hummeln ziemlich ähnlich sehen. Dies ist jedoch nicht als farbliche Anpassung (Mimikry) an ihre Wirte zu deuten, sondern eher als Schutz gegen potentielle Räuber, die es auf sie selbst abgesehen haben.

4.9.4 Tauffliegen, Drosophilidae

Die Tauffliegen sind kleine, gelb und dunkelgrau gezeichnete Fliegen mit roten Augen, stellen sich auf jedem überreifen Obst ein (daher auch »Obstfliegen«) und werden auch von gärenden Säften (evtl. mit Essiggärung) angelockt (»Essigfliegen«). Die Vollkerfe trinken an Tautropfen. Die weltweit verbreitete *Drosophila melanogaster* wurde als Versuchstier in der Vererbungsforschung berühmt.

Cacoxenus indagator Loew ähnelt einer *Drosophila* im Aussehen, entwickelt sich aber brutparasitisch in den Nestern solitärer Bienen. In Süddeutschland ist die Mauerbiene *Osmia rufa* Hauptwirt, teilweise auch *Osmia cornuta* in der zweiten Hälfte ihrer Flugzeit. Bei diesen beiden Arten kann *Cacoxenus* die Nachkommenschaft erheblich reduzieren. Aber auch andere Arten der Gattungen *Osmia* sowie *Megachile* wurden als Wirte festgestellt. Über die Biologie haben JULLIARD (1947, 1948) und COUTIN & CHENON (1983) berichtet. *Cacoxenus* fliegt von Ende April bis Ende Mai. Die



Aasfliege *Miltogramma punctatum* an einer Sandwand, dem Nistplatz des Wirtes *Colletes davesanus*.

Weibchen halten sich stets in unmittelbarer Nähe der Nesteingänge ihrer Wirte auf, in die sie hin und wieder hineinschlüpfen. Pro Zelle werden während der Verproviantierungsphase 2–8 Eier abgelegt, die als frisch geschlüpfte Larven den Pollenvorrat, bisweilen auch die junge Larve verzehren. Ihre Anwesenheit ist leicht an den charakteristischen fädigen Exkrementen zu erkennen. Falls sich in der Zelle nur ein oder zwei Fliegenlarven befinden, können sich auch Biene und Fliege gleichzeitig entwickeln; in diesem Fall erreicht die Biene aufgrund der Futterreduktion durch den Schmarotzer meist nur eine geringe Größe. Die Überwinterung erfolgt im Larvalstadium, erst Mitte März erfolgt die Verpuppung. Besonders bemerkenswert ist, daß die Larven vor ihrer Verpuppung in den Zellzwischenwänden und dem Nestverschluß eine Öffnung vorbereiten, durch welche die adulten Fliegen schlüpfen können.

4.9.5 Aasfliegen, Calliphoridae

In der Familie der Aas- oder Schmeißfliegen gibt es Arten, deren Larven nur von Faulstoffen leben, aber auch solche, die Parasiten von Wirbellosen und Wirbeltieren sind. *Miltogramma punctatum* Meigen z.B. ist ein Brutparasit von Wildbienen, insbesondere der Seidenbiene *Colletes davesanus* (BLAIR 1920, SCHELOSKE 1974, TISCHLER 1951). In den Grabgängen von *C. davesanus* in Sandsteinmauern oder in sandigen Steilwänden findet man häufig die Tönnchen (Puparien) der *Miltogramma*. Sie liegen entweder dicht gedrängt neben den Brutzellen der Seidenbiene oder stecken in geringer Entfernung von ihnen im lockeren Sand. Die Fliegenlarven verzehren den eingetragenen Pollenvorrat.

4.9.6 Raupenfliegen, Tachinidae

Tachiniden sind meist mittelgroße, oft stark beborstete Fliegen, die bei Insekten parasitieren. Unter ihnen schmarotzt *Brachycoma devia* Fallen in Nestern mehrerer Hummelarten (POUVREAU 1974). Die Adulten erscheinen gewöhnlich im Mai. Die viviparen (lebendgebärenden) Weibchen dringen in Hummelnester ein und legen die jungen Larven in die Brutzellen, die Eier oder Larven enthalten. Sobald die Hummellarven sich eingesponnen haben, durchbohren die Fliegenlarven den Kokon und fressen die Wirtslarven auf. Stark befallene Hummelnester riechen faulig. Am Ende ihrer Larvalentwicklung schlüpfen die Tachiniden aus dem Kokon und verpuppen sich im Nestmaterial. Nach einer Puppenruhe von 1–2 Wochen erscheinen die adulten Raupenfliegen. Im Laufe eines Sommers kann *Brachycoma* mehrere Generationen haben.

4.9.7 Echte Fliegen, Muscidae

Zu den Musciden gehört die bekannteste aller Fliegen, die Große Stubenfliege *Musca domestica* L. Arten der Gattungen *Hylephila* und *Hammomyia* entwickeln sich in Nestern von Wespen oder Wildbienen, wo die Larven den von den Nestinhaberinnen eingetragenen Nahrungsvorrat auffressen (vgl. ENSLIN 1921, STOECKHERT 1922a).

4.10 Hautflügler, Hymenoptera

4.10.1 Echte Schlupfwespen, Ichneumonidae

Die Hautflüglerfamilie der Schlupfwespen ist außerordentlich artenreich und allein in Mitteleuropa mit wahrscheinlich rund 3000 Arten vertreten. Es sind kleine bis recht stattliche, meist schlanke Insekten, die als Imagines oft auf Blüten mit leicht erreichbarem Nektar (Doldengewächse) angetroffen werden. Der Legebohrer der Weibchen kann sehr kurz aber auch mehr als körperlang sein.

Die Vertreter der Gattung *Ephialtes* sind recht groß und auffallend. Einige Arten sind Raubparasiten von Wildbienen, insbesondere Mauerbienen (*Osmia*) und Scherenbienen (*Chelostoma*). Das Weibchen nutzt winzige Ritzen oder Spalten des Nestverschlusses, um den Legebohrer zielsicher bis in eine Brutzelle zu führen, in der bereits eine erwachsene Bienenlarve ruht. Diese wird von der

Ephialtes-Larve ausgesaugt. Eine ganze Reihe weiterer (z.T. noch wenig bekannter) Schlupfwespen-Arten tritt bei Wildbienen als Parasitoide auf. So lebt *Xylophrurus* (= *Kaltenbachia*) *dentatus* (Taschenberg) bei verschiedenen Bewohnern dürre Brombeerranken. Das Weibchen bohrt mit seinem Legebohrer von außen durch den Brombeerstengel und legt das Ei auf die halb oder ganz erwachsene Wirtslarve, die aufgefressen wird. Zmudzinski ermittelte auf Grund seiner Zuchten die Mauerbiene *Osmia leucomelana*, Amiet die Maskenbiene *Hylaeus brevicornis*, Krebs die Dusterbiene *Stelis spec.* als Wirt (Schmidt mündl. Mitt.). DANKS (1971a) hat über *Aritranis* (= *Hoplocryptus*) *signatorius* (F.) berichtet, den er aus Nestern von Maskenbienen (*Hylaeus*) und der Mauerbiene *Osmia leucomelana*, die in Brombeerranken angelegt waren, gezogen hat. Die Eier wurden an Ruhelarven oder junge Larven gelegt und oft wurden alle Zellen eines Wirtsnestes mit einem Ei belegt. Dies legt nahe, daß die Eier durch die Stengelwand abgelegt werden. In Maskenbienen-Nestern durchbrach die Schlupfwespen-Larve die Zellzwischenwand, um die Larve der nächsten Brutzelle aufzufressen. Am Ende der Larvalzeit wurde von der Schmarotzerlarve ein Kokon gesponnen. Auch ENSLIN (1925) hat verschiedene Schlupfwespen aus Brombeerstengeln gezüchtet.

4.10.2 Brackwespen, Braconidae

Eine kleine Brackwespe mit dem Namen *Syntretus splendidus* Marshall ist ein Innenparasit adulter Hummelköniginnen, -arbeiterinnen und -männchen (*Bombus*). Auch Schmarotzerhummeln (*Psithyrus*) werden befallen. Die Eiablage an den Wirt erfolgt vermutlich beim Blütenbesuch im Bereich der häutigen Gewebe zwischen Kopf und Thorax. Eier werden zunächst im Thorax gefunden, die Larven entwickeln sich aber im Abdomen. Befallene Königinnen enthalten normalerweise mehr als 30 Parasiteneier oder -larven und manchmal mehr als 70, aber in Arbeiterinnen sind es meist weniger als 20 (ALFORD 1968, 1973, 1975). Ausgewachsene *Syntretus*-Larven verlassen den Wirt durch die Intersegmentalhäute und graben sich unter der Erdoberfläche ein. Dort spinnen sie einen weißen, seidigen Kokon, in dem die Verpuppung stattfindet. Die Überwinterung erfolgt entweder als Puppe oder als Imago. Die adulten Brackwespen schlüpfen im Spätfrühling oder im Frühsommer. Befallene Hummeln verhalten sich mehr oder weniger normal, aber die Ovarien degenerieren, so daß das Eierlegen auf-

hört. Daher kann eine Parasitierung durch diese Brackwespe zu einem vorzeitigen Zusammenbruch von Hummelkolonien führen.

4.10.3 Schmalbauchwespen, Gasteruptionidae

Schmalbauchwespen sind schwarz bis rötlich gefärbt und ihr Abdomen ist lang und sichelförmig (Name!). Wegen ihrer keulenartig verdickten Hinterschienen werden sie (wenig glücklich) auch Gichtwespen genannt. Sie tragen den Kopf an einem schlanken Hals, und ihr Hinterleib setzt hoch an der Brust an, wodurch sie auch im Feld leicht zu erkennen sind. Der Legebohrer kann je nach Art sehr kurz oder über körperlang sein. Die Flügel sind der Länge nach faltbar. Die von Mai bis September fliegenden Imagines besuchen Blüten mit leicht erreichbarem Nektar (Umbelliferen, Compositen). Die Lebensweise der Gasteruptioniden wurde erst durch MALYSHEV (1937, 1965) hinreichend geklärt. Alle Arten der Gattung *Gasteruption* sind Brutparasiten von Wildbienen. In Mitteleuropa sind die Wirte der 17 *Gasteruption*-Arten (vgl. SCHMIDT 1979b, OEHLKE 1984) meist Maskenbienen (*Hylaeus*), aber auch Seidenbienen (*Colletes*), Löcherbienen (*Heriades*), Mauerbienen (*Osmia*) und Keulhornbienen (*Ceratina*). Auch Spiralhornbienen (*Systropha*) konnten von mir als Wirte festgestellt werden.

Das Abdomen wird mit dem Legebohrer in das Nest eingeführt und das stäbchenförmige Ei in der Brutzelle oder außerhalb der Zellmembran (*Hylaeus*) abgelegt. Nach dem Schlüpfen legt sich die Wespenlarve der Länge nach auf das Bienei, durchbohrt mit ihren spitzen Mandibeln die Eihaut und saugt das Ei aus. Anschließend wird der für die Biene-Larve vorgesehene Proviant verzehrt. Die Kotabgabe beginnt im dritten Larvenstadium. Die Entwicklung kann auch ohne Verzehr des Eies oder der Biene-Larve, also ausschließlich vegetarisch ablaufen.

Meist beschränken sich die *Gasteruption*-Larven auf den Inhalt einer Brutzelle. Bei einigen Arten reicht der Inhalt einer Zelle zur Entwicklung aber nicht aus. Sie durchdringen die Zellzwischenwände und fressen den Inhalt der Nachbarzellen einschließlich der Biene-Larven. Dabei verhalten sie sich wie Räuber. Nach einigen Stunden bleiben nur noch die zerrissenen Körperdecken und die leere Kopfkapsel zurück. In solchen Fällen sind die Imagines deutlich größer als ihre Artgenossen, die sich nur in einer Brutzelle entwickelt haben. Nach been-



Weibchen einer Schmalbauchwespe (*Gasteruption* spec.) beim Nektarsaugen auf dem Köpfchen der Schafgarbe (*Achillea millefolium*).

digter Nahrungsaufnahme stellen die Schmalbauchwespen-Larven keinen eigentlichen Kokon her, vielmehr isolieren sie sich mit einer oder zwei Trennwänden in einem zerstörten und gesäuberten Teil des Nestes. Als Baumaterial und zum Verfestigen ihrer Abfälle benutzen sie eine zähe, braune, aus dem Darm abgegebene Masse. In solchen primitiven Teilkokons überwintern sie als Ruhelarve. Einige Arten verpuppen sich bald und ergeben 4–5 Wochen nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei eine zweite Generation.

Über die Wirtsspezifität mitteleuropäischer *Gasteruption*-iden ist noch wenig bekannt. Bisher liegen Beobachtungen folgender Beziehungen vor (zur Synonymie vgl. SCHMIDT 1969, 1979b, zur Deutung der Befunde MALYSHEV's s. OEHLKE 1984): *Gasteruption assectator* L.: *Hylaeus brevicornis* (DANKS 1971a, WOLF 1953); *Hylaeus communis* (BRECHTEL 1986); *Hylaeus pectoralis* (WAGNER 1907); *Hylaeus rinki* (HÖPPNER 1904). *Gasteruption freyi* (Tournier): *Hylaeus pectoralis* (MALYSHEV 1965, Jansen mündl. Mitt.). *Gasteruption jaculator* (L.): *Hylaeus communis* (WESTRICH 1979), *Hylaeus pectoralis*, *Colletes daviesanus*, *Heriades truncorum*, *Osmia tridentata* (MALYSHEV 1965, OEHLKE 1984). *Gasteruption hastator* (F.): *Systropha planidens*, *Systropha curvicornis* (eigene Beobachtung). *Gasteruption pyrenaicum* (G.-M.): *Ceratina callosa*, *Ceratina cyanea* (MALYSHEV 1965).

4.10.4 Erzwespen, Chalcidoidea

Die Erzwespen umfassen winzig kleine bis kleinste Hautflügler. Mit nur 0,2 mm Körperlänge ist der in Insekteneiern schmarotzende *Alaptus magnanimus* aus der Familie der Zwergwespen (Mymaridae) wohl das kleinste bekannte Insekt überhaupt. Daneben gibt es aber auch recht große Arten mit bis zu 16 mm Körpergröße. Ihre Färbung ist häufig metallisch bunt (Name!), auch gelbschwarze Zeichnungen treten auf. Insgesamt gibt es bei den Erzwespen eine unvorstellbar große Fülle an Formen. Der größte Teil der Arten lebt als Schmarotzer, nur ein kleiner Teil ist zu pflanzlicher Ernährung übergegangen und entwickelt sich in Samen oder bildet Gallen. Die Erzwespen werden in zahlreiche Familien eingeteilt, von denen nachfolgend nur die als Parasiten von Wildbienen wichtigsten herausgegriffen sind. Eine Zusammenstellung über die bei verschiedenen Bienenarten der Familie Megachilidae bekannt gewordenen Erzwespen liefern ZEROVA & ROMASENKO (1986).

Torymidae

Die Torymiden sind häufige, oft relativ große Arten mit schlankem Abdomen. Die Weibchen haben einen langen vorstehenden Bohrer. Ihr Körper ist metallisch grün, blau, golden oder auch purpurn gefärbt. Innerhalb dieser Familie sind vor allem

Monodontomerus-Arten bei zahlreichen Hautflüglern, Schmetterlingen und Fliegen als Parasitoide oder Hyperparasitoide nachgewiesen (vgl. die Literaturangaben bei HOHMANN 1978). Der winzige *Monodontomerus obsoletus* (F.) befällt verschlossene und fertig mit Außenputz versehene Brutzellen von Mörtelbienen (*Megachile parietina*, *Megachile sicula*), wobei das Weibchen mit seinem Legebohrer (2,8 mm lang, 0,028 mm dick) die steinharte Zellwand durchbohrt, was über eine Stunde dauern kann (HOHMANN 1978). *Monodontomerus obscurus* Westwood wurde von mir aus Brutzellen der Mauerbiene *Osmia tridentata* gezogen.

Eurytomidae

Unter den meist schwarzen Arten, deren Weibchen einen nur kurz vorstehenden Bohrer haben, schmarotzen vor allem *Eurytoma nodularis* Boheman und verwandte Arten bei Wildbienen.

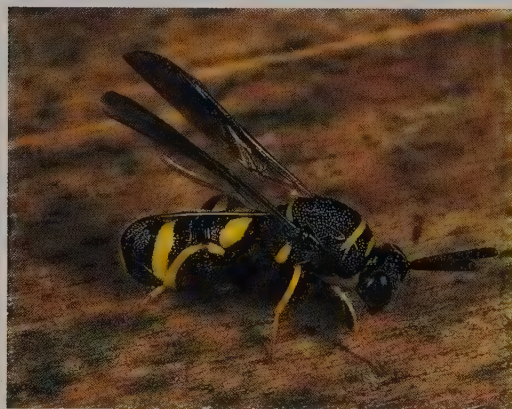
Leucospidae

Diese Hautflügler-Familie enthält nur wenige, verhältnismäßig große, auffällig schwarzgelb gefärbte Arten, die sich durch stark verdickte, bezahnte Hinterschlenkel und im weiblichen Geschlecht durch einen über den Rücken des Abdomens nach vorn gebogenen Legebohrer auszeichnen. Die Vorderflügel sind wie bei den Faltenwespen in Ruhe längs gefaltet. In Mitteleuropa kommen nur 3 Arten vor. Die Larven schmarotzen als Parasitoide in den Nestern solitärer Bienen. In Mitteleuropa ist *Leucospis dorsigera* F. weit verbreitet, wird aber meist nur einzeln beobachtet. Diese hübsche Art schmarotzt bei verschiedenen nestbauenden Vertretern der Bienenfamilie Megachilidae oder deren Brutparasiten (z. B. *Stelis*, *Sapyga*). Zur Eiablage wird nie der Nesteingang genutzt; vielmehr suchen die Weibchen



Leucospis dorsigera treibt den Legebohrer (zwischen den Hinterbeinen sichtbar) ins Holz, um in eine Brutzelle von *Osmia adunca* ein Ei abzulegen. Beachte das starke Auseinanderklaffen der beiden Hinterleibssegmente und die extrem gespannte Intersegmentalhaut.

Zellen mit älteren Wirtslarven und bohren in bis zu 20minütiger Dauer die Brutzellen seitlich durch das umgebende Holz oder die verholzte Stengelwand an. Das ausgesprochen schlanke Ei wird in den Wirtskokon abgelegt. Nach dem Schlüpfen tötet die Larve zunächst eventuell vorhandene arteigene Konkurrenten, begibt sich dann auf die Wirtslarve und saugt diese vollständig aus. Ein eigener Kokon wird nicht gesponnen. Die Überwinterung erfolgt im Stadium der Ruhelarve. Die im Vergleich zu *Leucospis dorsigera* wesentlich größere und seltenere *Leucospis gigas* F. entwickelt sich in den Nestern der Mörtelbiene *Megachile parietina* und von anderen Megachiliden.



Weibchen von *Leucospis dorsigera*.

Eulophidae

Die Eulophiden sind meist winzig kleine Arten, die Eier, Larven und Puppen verschiedenster Insektenordnungen parasitieren, teilweise als Parasiten 2. oder 3. Grades. Der Wirt wird durch Anstechen oft mehr oder weniger gelähmt. Unter den Eulophiden sind die Arten der Gattung *Melittobia* besonders bemerkenswert, weil sie bei einer Reihe von Hautflüglerfamilien als Raubparasiten auftreten (Blattwespen, Grabwespen, Faltenwespen, Bienen).

In Mitteleuropa ist *Melittobia acasta* Walker weit verbreitet und häufig. Vor allem in Laborzuchten kann diese, durch ihre Winzigkeit leicht zu übersehende Art, verheerenden Schaden anrichten. Wird sie entdeckt, ist es meist zu spät. Nester und Brutzel-

len der zu untersuchenden Bienenarten müssen daher möglichst einzeln und für *Melittobia* unzugänglich aufbewahrt werden. Die Weibchen haben kräftige Mandibeln, mit denen sie sogar den Kunststoffdeckel von »Schnappdeckelgläsern« durchlöchern können.

Der Lebenszyklus gestaltet sich etwa folgendermaßen (vgl. BALFOUR-BROWNE 1922, LITH 1955b, MALYSHEV 1968): Die unbegatteten Weibchen lassen sich entweder in einer Brutzelle von der Wirtsbiene einmauern oder sie nagen ein stechnadelkopfgroßes Loch in den Wirtskokon, begeben sich auf das Wirtstier (Larve, junge Puppe), lähmen es und legen dann die Eier darauf ab. Zunächst legen die unbegatteten Weibchen 10–36 Eier. Daraus entwickeln sich nur Männchen, die keinerlei Nahrung zu sich nehmen. Die Weibchen führen zu ihrer Ernährung ihren Ovipositor (Eilegeapparat) in den Körper des Wirtes ein, ziehen ihn dann wieder zurück und saugen die Flüssigkeit auf, die aus der Einstichöffnung tritt. Nach der Begattung durch seine eigenen Söhne legt das Weibchen im Verlaufe von 3 Monaten über 3000 Eier. Die frisch geschlüpften *Melittobia*-Larven fressen den Wirt nach und nach auf. Weit über 100 Tiere können sich z. B. in einem einzigen Kokon einer Mauerbiene (*Osmia*) entwickeln. In Linienbauten nagen sich die Weibchen

durch die Zwischenwände hindurch in Nachbarzellen und können so ganze Nester befallen. Pro Jahr können 6–8 Generationen erzeugt werden.

4.10.5 Goldwespen, Chrysididae

Die prachtvoll rot, blau, grün oder golden metallisch glänzenden Tiere gehören zweifellos zu den schönsten Hautflüglern. Der Chitinpanzer ist grob punktiert und stark gewölbt. Durch die ausgehöhlte Bauchseite kann das Abdomen – nach unten und vorne umgelegt – die Beine aufnehmen. Auf diese Weise wird die Goldwespe zu einer unangreifbaren Kugel, die gegen Angriffe und Beschädigungen von Seiten der Wirtsbiene weitgehend geschützt ist, falls sie im Nest überrascht und bekämpft wird. Die Weibchen haben eine fernrohrartig ausziehbare Legeöhre. Die Imagines leben von Nektar und werden auf vielerlei Blüten angetroffen. Im allgemeinen treiben sie sich aber rastlos an den Nistplätzen ihrer Wirte herum. Die Larven der Goldwespen sind Brut- oder Raubparasiten überwiegend von solitär lebenden Faltenwespen und Grabwespen. Vergleichsweise wenige Arten haben Wildbienen als Wirte; sie gehören alle der Gattung *Chrysis* an und leben offensichtlich ausschließlich als Raubparasi-



Weibchen der Goldwespe *Chrysis austriaca*.



Parnopes grandior beim Nektarsaugen auf einer Skabiose. Die prachtvolle Goldwespe lebt bei Kreiselwespen (*Bembix*).

ten bei Vertretern der Familie Megachilidae, insbesondere Mauerbienen (*Osmia*), aber auch Wollbienen (*Anthidium*) und Mörtelbienen (*Megachile*).

BELLMANN (1981) berichtet über die Entwicklung von *Chrysis trimaculata*, die bei in Schneckenhäusern nistenden Osmien schmarotzt. Das Weibchen legt ihr Ei meist innen an die vorbereitete Abschlußwand der Brutzelle, manchmal auf die Oberfläche des Proviantes. Die Goldwespen-Larve saugt zu Beginn immer nur kurz an ihrem Wirt und hält sich sonst an der Wand des Schneckenhauses auf. Erst wenn die Wirtslarve einen Kokon gesponnen hat, saugt sie diese vollständig aus. Nur selten wurden Goldwespen aus den Brutzellen der Wirte gezogen. Exakte Beobachtungen werden oft durch das Vorhandensein von Mischnestern erschwert und führten immer wieder zu falschen Wirtsangaben. Die Wirtsspezifität scheint bei den einzelnen Arten mehr oder weniger ausgeprägt zu sein. Von mitteleuropäischen Goldwespen liegen folgende Wirtsbeobachtungen vor: *Chrysis austriaca* F.: *Osmia adunca*, *Osmia anthocopoides* (BLÜTHGEN 1952a, TRAUTMANN 1919, eig. Beobachtung). *Chrysis cuprea* Rossi: *Osmia rufohirta* (BELLMANN 1981, BLÜTHGEN 1952a, TRAUTMANN 1919, eig. Beobachtung); *Osmia spinulosa* (TRAUTMANN 1919). *Chrysis hirsuta* Gerst.: *Osmia inermis* (BLÜTHGEN 1952a, MÜLLER

& SIEBER 1929); *Osmia nigriventris* (STOECKHERT 1933); *Osmia parietina* (BLÜTHGEN 1952a); *Osmia tuberculata*, *Osmia xanthomelana* (TRAUTMANN 1918), *Osmia uncinata* (TRAUTMANN 1919), *Osmia villosa* (PETIT 1970). *Chrysis hybrida* LEP.: *Osmia anthocopoides* (BLÜTHGEN 1952a, TRAUTMANN 1927). *Chrysis pustulosa* Ab.: *Osmia adunca*, *Osmia anthocopoides* (BLÜTHGEN 1952a, FREY-GESSNER 1879, TRAUTMANN 1919). *Chrysis sexdentata* Christ: *Osmia adunca* (TRAUTMANN 1919). *Chrysis simplex* Dahlb.: *Osmia anthocopoides* (TORKA 1917, TRAUTMANN 1919). *Chrysis trimaculata* Förster: *Osmia aurlenta*, *Osmia bicolor*, *Osmia spinulosa* (BELLMANN 1981, BLÜTHGEN 1952a, TRAUTMANN 1919, eig. Beobachtung).

4.10.6 Ameisenwespen, Mutillidae

Ameisenwespen zeichnen sich durch einen sehr ausgeprägten Geschlechtsunterschied aus. Die Männchen sind behaart und geflügelt und besitzen große Komplexaugen und Punktaugen (Ocellen). Die Weibchen, die entfernt an Ameisen erinnern (Name!) sind stets ungeflügelt, ihre Komplexaugen sind nur klein, Punktaugen fehlen ihnen ganz und sie können schmerzhaft stechen. Mutilliden schma-

rotzen bei sozialen und solitären Bienen und Wespen.

Die Arten der Gattung *Mutilla*, von denen in Deutschland *Mutilla europaea* L. weit verbreitet und recht häufig ist, *Mutilla marginata* Baer jedoch wesentlich seltener nachgewiesen wurde, schmarotzen bei verschiedenen Hummelarten (*Bombus*). Beide Geschlechter der Mutillen haben ein Zirporgan, mit dem sie recht laute Töne von sich geben. Die Männchen (11–17 mm groß) sind gewöhnlich auf Blüten anzutreffen. Die Biologie von *Mutilla europaea* hat bereits HOFFER (1886a) beschrieben (vgl. auch ALFORD 1975). Diese Art erzeugt in der Regel zwei Generationen im Jahr. Nach der Überwinterung suchen die Weibchen (10–15 mm groß) im Frühjahr ein Hummelnest auf, um dort ihre Eier abzulegen. Sie durchbohren die Puppenkokons und legen ein Ei ab.

Die *Mutilla*-Larve frißt die Vorpuppen oder Puppen auf, die von dem *Mutilla*-Weibchen vor der Eiablage durch eine Giftinjektion ihres kräftigen Stachels in ihrer weiteren Entwicklung gebremst werden. Im Wirtskokon spinnt sie ihren eigenen Kokon. Die Entwicklung vom Ei bis zur Imago dauert rund 30 Tage. Unmittelbar nach dem Schlüpfen der Vollkerfe erfolgt die Paarung. Die Weibchen suchen dann neue Hummelnester auf. Die zweite Generation erscheint im August. Nach der Paarung gehen die Männchen zugrunde, während die Weibchen sich in ein geschütztes Winterquartier begeben. Als Wirte von *Mutilla* kommen die verschiedensten Hummelarten in Frage (vgl. die Literaturangaben bei OEHLKE 1974).

Die in Mitteleuropa seltene *Myrmilla calva* (Villers) soll bei bei Furchenbienen (*Lasioglossum*) schmarotzen (INVREA 1964).

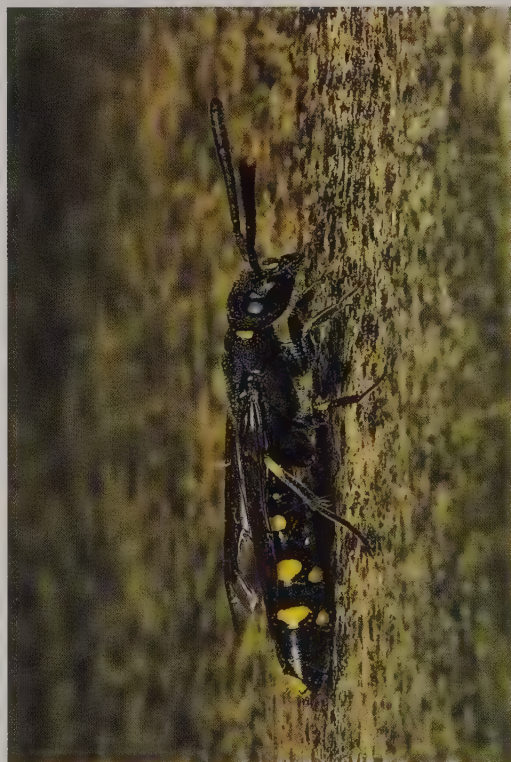
4.10.7 Keulenwespen, Sapygidae

Die Keulenwespen oder Sapygiden bilden eine artenarme Familie der Stechimmen (Hymenoptera Aculeata), die in der Bundesrepublik Deutschland nur mit den 2 Gattungen *Sapyga* und *Sapygina* mit zusammen 4 Arten vertreten ist, in Südeuropa kommt mit *Polochrum repandum* eine weitere Art hinzu. Der deutsche Familienname rührt von der v.a. bei den Männchen mehr oder weniger ausgeprägten Keulenform der Fühler her, die durch die Verdickung der letzten Fühlerglieder entsteht. Am eindrucksvollsten zeigt dies das Männchen von *Sapyga clavicornis*. Über die Biologie der *Sapyga*-Arten sind wir recht gut unterrichtet (BRECHTEL 1986, ENSLIN 1925, KROMBEIN 1967, LITH 1947,

MALYSHEV 1968, STOECKHERT 1933, TORCHIO 1972a, 1972b, WESTRICH 1983e).

Alle Arten sind Brutparasiten von solitär lebenden Bienen und schmuggeln ihre Eier während der Verproviantierungsphase in die Brutzellen, wo die Keulenwespen-Larve zuerst das Ei ihres Wirtes aussaugt und anschließend den für die Bienenlarve eingetragenen Pollenvorrat verzehrt. Sie gehören daher zu den sogenannten »Kuckuckswespen«. MALYSHEV bezeichnet sie als »Inquilinen«. An den Nistplätzen ihrer Wirte sind sie bisweilen in großer Zahl anzutreffen. Wird durch das Anbieten von Nisthilfen eine hohe Nestdichte des Wirtes erzielt, können manche Arten (v.a. *S. clavicornis*, *S. decemguttata*) im Laufe weniger Jahre so stark zunehmen, daß der Zusammenbruch der Wirtspopulation droht. Im Falle der zu Bestäubungszwecken gezüchteten Blattschneiderbiene *Megachile rotundata* wurden aus diesem Grund für *Sapyga pumila* Cresson sogar spezielle Methoden der Bestandskontrolle entwickelt (TORCHIO 1972b).

Die Keulenwespen-Männchen schlüpfen nur wenige Tage vor den Weibchen oder zur gleichen Zeit und halten sich in unmittelbarer Nähe der Wirtsnester auf, um die Weibchen sofort nach dem Schlüpf-



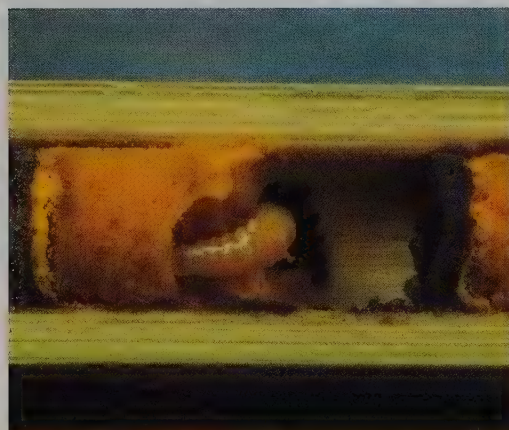
Weibchen der Keulhornwespe *Sapyga clavicornis*.



Zwei Eier von *Sapyga clavicornis* in der Brutzelle des Wirtes *Chelostoma florissomne*. Eines steckt im Pollen, das zweite klebt am Wirtsei.



Die Larve von *Sapyga clavicornis* beginnt mit dem Aus-saugen des Wirtseies.



Die *Sapyga*-Larve ist im Stadium des Pollenverzehr-s kaum von der Wirtslarve zu unterscheiden.

fen zu begatten. Bei den mitteleuropäischen Arten konnte ich bisher keine ausgesprochenen Paarungsplätze feststellen, wie sie TORCHIO (1972a) bei *S. pumila* beobachtet hat. Auf Blüten werden die wenige Tage lebenden Männchen nur selten angetroffen. Die Nächte und regnerischen Tage verbringen die Tiere in Bohrgängen im Holz oder sonstigen Hohlräumen. Die Weibchen halten sich während des Nestbaus ständig in der unmittelbaren Umgebung der Nesteingänge auf, die sie immer wieder mit ihren Fühlern inspizieren. Dabei schlüpfen sie mit dem Kopf voraus blitzschnell hinein, um nach wenigen Sekunden wieder zum Vorschein zu kommen. Hat die Kontrolle ergeben, daß sich im Innern eine Brutzelle befindet, die gerade von dem Bienenweibchen mit Pollen versorgt wird, dreht sich die Keulwespe herum und schlüpft mit dem Abdomen zuerst, also rückwärts in den Nesteingang, um ihr Ei abzulegen. Die Eiablage dauert 5–10 Sekunden. Meist werden die Eier in den Pollenvorrat gesteckt; das Hinterleibsende ist in diesem Falle nach Verlassen des Nestes mit Pollen bepudert und wird sofort mit den Hinterbeinen geputzt. Die Eier werden aber auch auf den Zellboden, direkt auf das Wirtsei oder in leere Zwischenzellen gelegt. Vermutlich bleibt das Ei einfach da hängen, wo es bei der Ablage zuerst Kontakt findet. BRECHTEL beobachtete, daß jede der von *Chelostoma florissomne* fertiggestellten Brutzellen durch *S. clavicornis* mit 4–8 Eiern belegt wurde. War die Abschlußwand der Zelle bereits gebaut, kam es auch vor, daß die *Sapyga* die noch mörtelweiche Wand mit ihrem spitzen Abdomenende vor der Eiablage durchbohrte. Erfolgt unmittelbar nach der Kontrolle keine Eiablage, schwänzelt die Keulwespe mit ihrem Hinterleib über dem Nesteingang in charakteristischer Weise und markiert diesen dabei vermutlich mit einem Duftsekret.

Die Wirtsbienen verhalten sich gegenüber dem Schmarotzer zumindest teilweise aggressiv und zeren bei ihrer Rückkehr die »ertappte« Wespe mit den Mandibeln aus dem Nest. BRECHTEL beobachtete in einem durchsichtigen Acrylglasröhrchen folgendes: »Nachdem der Parasit nach kurzem Kampf flüchtete, durchbrach das *Chelostoma*-Weibchen die beiden zuletzt errichteten Zwischenwände einer Leerzelle, um an die verproviantierte Zelle zu gelangen, in welcher sich tatsächlich mehrere *Sapyga*-Eier befanden. Ohne das eigene Ei zu beschädigen, tastete das Weibchen Pollenvorrat, Ei und Zellwände mit den Fühlern ab und begann, den Pollenvorrat mit seinen Mandibeln zu durchwühlen. Nach dieser Tätigkeit, welche etwa 20 Minuten dauerte, wurde die Zelle wieder verschlossen. Zwei *Sapyga*-Eier, die



Weibchen von *Sapyga quinquepunctata*.



Weibchen von *Sapyga similis*.

zuvor an der Innenwand der Zelle sichtbar waren, waren verschwunden.« Dieses Verhalten dürfte jedoch als Ausnahme zu werten sein. In der Regel treffen die Bienenweibchen nicht auf die Schmarotzer, zerquetschen aber teilweise deren Eier, wenn sie den Larvenproviand nach der Nektarabgabe durchkneten und feststampfen.

Die Eier sind torpedoförmig, d. h. an einem Ende zugespitzt, am anderen abgerundet und stark glänzend. Bei *S. clavicornis* messen sie $1,5 \times 0,3$ mm, bei *S. decemguttata* $1,25 \times 0,25$ mm. Die Larve der Kuckuckswespe schlüpft bereits nach 2–3 Tagen, stets vor der Wirtslarve, die erst nach 4–5 Tagen schlüpft, sofern sich in der Nestkammer keine Larve des Schmarotzers befindet. Die frisch geschlüpfte Keulenwespen-Larve hat einen orangeroten, nahezu quadratischen Kopf und einen weißen, stark glänzenden Körper. Sie bewegt sich heftig, indem sie mit dem Kopf oder dem gekrümmten Abdomen hin und herschwingt. Nach etwa 2 Stunden beginnt, sie in der Zelle umherzukriechen, offensichtlich, um Eier oder Larven der eigenen Art zu suchen und diese gegebenenfalls zu vernichten. Des öfteren kommen zwei Schmarotzer-Eier zur Entwicklung. Treffen dann frisch geschlüpfte Larven aufeinander, beginnt augenblicklich ein heftiger Zweikampf, der binnen weniger Sekunden entschieden ist, weil eine der beiden Larven es geschafft hat, die Haut der anderen mit ihren dolchartigen Mandibeln zu durchbohren. Der getötete Konkurrent wird nach kurzer Zeit fallengelassen und nicht verzehrt. Werden bei dem bisweilen mehrere Stunden dauernden Umherkriechen in der Brutzelle keine Eier oder Larven von Konkurrenten der eigenen Art angetroffen,

begibt sich die Keulenwespen-Larve auf das Bienen-ei, um es im Laufe von 5–7 Tagen auszusaugen. Damit wird der letzte Nahrungskonkurrent ausgeschaltet, bevor er überhaupt geschlüpft ist. Erfolgt das Schlüpfen der Schmarotzerlarve tief im Proviant und muß sie sich erst aus diesem hervorarbeiten, kann sie auch – noch halb im Pollen steckend – mit dem Aussaugen des Wirtseis beginnen. Die Beseitigung von Nahrungskonkurrenten erfolgt ausschließlich im ersten Larvenstadium. Nach der ersten Häutung kriecht die Larve auf den Vorrat, um diesen zu fressen.

Während die Mandibeln im ersten Larvenstadium dolchartige Tötungsinstrumente sind, stellen sie ab dem zweiten Larvenstadium eher schaufelartige Freßwerkzeuge zum Verzehren des Pollens dar. Zwei weitere Häutungen erfolgen. Während des letzten Stadiums wächst die Larve schnell heran. Durch Ansammlung von verdauter Nahrung im hinteren Darmabschnitt färbt sich das Abdomenende dunkel. Zu diesem Entwicklungszeitpunkt sind Bienen- und Keulenwespenlarve (zum Beispiel in benachbarten Zellen) kaum voneinander zu unterscheiden. Vermutlich nach der 3. Häutung, also noch während der Freßphase, beginnt die Kotabgabe. Täglich werden 4–8 rotbraune bis dunkelbraune Kotbällchen ausgeschieden. Bei einer Larve von *S. decemguttata* ergab die Zählung insgesamt 163 Kotbällchen. Ist der Futtermittelvorrat verzehrt, beginnt sich die Larve innerhalb von 3–6 Tagen einzuspinnen. Bei *S. clavicornis* ist der Kokon aus einem dünnen, weißen, seidigen und matten Gespinnst gefertigt, bei *S. quinquepunctata* hingegen ist die Kokonwand eher zähhäutig, schwach trans-

parent und bräunlich. Die Kotbällchen verbleiben außerhalb des Kokons. Die Larve überwintert als Imago (*S. clavicornis*, *S. quinquepunctata*) oder als Ruhelarve (*S. decemguttata*).

Die Sapygiden sind mehr oder weniger auf bestimmte Wirtsbienen spezialisiert: *Sapyga clavicornis* (L.): Hauptwirt dieser häufigen und auch im Siedlungsbereich regelmäßig auftretenden Art ist die Scherenbiene *Chelostoma florissomne* (BRECHTEL 1986, LITH 1957, OEHLKE 1974, WESTRICH 1979); vereinzelt lebt sie auch bei den Mauerbienen *Osmia caerulea*, *Osmia fulviventris* und *Osmia rufa* (BRECHTEL 1986, WESTRICH 1980), nach DE GAULLE (1903) auch bei *Osmia bicolor*. *Sapyga quinquepunctata* (F.): Die weit verbreitete und nicht seltene Art hat ein weites Spektrum an Wirten aus der Familie Megachilidae: Mauerbienen *Osmia tridentata* (ENSLIN 1925, eig. Beob.); *Osmia brevicornis*, *Osmia caerulea*, *Osmia clavicornis*, *Osmia leaiana* (STOECKHERT 1933); *Osmia gallarum* (PULAWSKI 1963, WESTRICH 1980); Mörtelbiene *Megachile parietina* (MINGO & COMPTE 1963). *Sapyga similis* (F.): Die ziemlich seltene, meist an Waldrändern und in lichten Kiefernwäldern vorkommende Art entwickelt sich bei verschiedenen Mauerbienen: *Osmia uncinata* (STOECKHERT 1933); *Osmia nigri-ventris*, *Osmia xanthomelana*, *Osmia maritima* (VAN DER ZANDEN 1977); *Osmia adunca* (eig. Beob.); vermutlich kommt auch *Osmia pilicornis* in Betracht. *Sapygina decemguttata* (Jurine): Hauptwirt ist die Lächerbiene *Heriades truncorum* (AERTS 1960, HAESLER 1979, HEINRICH 1966, WESTRICH 1980, 1983e); vermutlich lebt sie auch bei *Heriades crenulatus*. *Polochrum repandum* Spinola: Die mediterrane, in Deutschland bisher nicht nachgewiesene Art schmarotzt bei der Holzbienne *Xylocopa violacea*.

4.10.8 Ameisen, Formicidae

Ameisen können gegenüber Wildbienen als Räuber auftreten. BELLMANN (1981) beobachtete, daß bei mehreren Nestern der in Schneckenhäusern nistenden Mauerbiene *Osmia aurulenta* der Nestverschluß geöffnet und der Inhalt ausgeräumt worden war. Während der Verproviantierungsphase konnte ich selbst Arbeiterinnen verschiedener Ameisenarten beim Aufsuchen noch offener Brutzellen mehrerer Bienenarten beobachten, um Eier und eingetragene Vorräte zu plündern. Manchmal werden regelrechte Straßen zu den Nestern angelegt. Öfter kann man heimkehrende Bienenweibchen beobachten, die versuchen, die Eindringlinge zu vertreiben. Dabei packen sie manchmal ein Tier mit den Mandibeln

und fliegen damit weg. Ameisen können auch Raumkonkurrenten von Wildbienen sein. Nach BELLMANN (1981) bevorzugt die Rasenameise *Tetramorium caespitum* L. in der Lüneburger Heide ähnliche Lebensräume wie die Bastardbiene *Trachusa byssina* und legt ihre Nester oft in unmittelbarer Nähe der *Trachusa*-Nester an. Dabei werden die Bienenester nicht selten verschüttet, so daß die Weibchen ihre Nester oft nicht wiederfinden.

4.10.9 Soziale Faltenwespen, Vespidae

Dieser Familie gehören die gemeinhin als »Wespen« bekannten Hautflügler an. In Ruhe sind ihre Vorderflügel längsgefaltet (Name!). Sie leben in einjährigen Staaten. Junge, im Herbst begattete Königinnen gründen nach der Überwinterung im Frühjahr ein Volk. Die Wespenlarven werden mit zerkauten Insekten gefüttert. Der Lebenszyklus ähnelt dem von Hummeln. Die Nester haben also nur bis zum Herbst Bestand. Einige Arten dieser Familie sind Sozialparasiten in Nestern anderer Vespiden. Wildbienen wie Honigbienen stellen auch einen Teil der Beute und damit Larvennahrung von Faltenwespen, die Beutejäger sind. Bisweilen dringen die Deutsche Wespe (*Paravespula germanica*) oder die Gewöhnliche Wespe (*Paravespula vulgaris*) auch in Bienenstöcke ein. Auch Hornissen (*Vespa crabro*) jagen gelegentlich Honigbienen. Daß diese stattliche Faltenwespe aber für Bienenvölker schädlich sein soll, wie verschiedentlich behauptet, gilt als widerlegt (KULIKE 1982).

4.10.10 Grabwespen, Sphecidae

Grabwespen sind stacheltragende Hautflügler, die Brutfürsorge bzw. Brutpflege treiben. Die Nester werden entweder im Boden gegraben – daher die Bezeichnung »Grabwespen« – oder in Insektenfräsgängen im Holz, in dünnen Pflanzenstengeln oder verlassenen Schilf- und Eichengallen angelegt. Grabwespen sind in der Regel Beutejäger, die jeweils mehrere, mit einem Stich gelähmte Beutetiere (verschiedene Insekten, Spinnen) in eine vorbereitete Brutzelle schleppen, mit einem Ei versehen und die Zelle dann verschließen. Die wenigen Brutpflege treibenden Arten wie die Kreiselwespe *Bembix rostrata* L. bringen täglich frische Nahrung herbei bis die Larve herangewachsen ist. Die Arten der Gattung *Nysson* legen als Brutparasiten ihre Eier in Nester anderer Grabwespen, sind also »Kuckuckswespen«.



Der Bienenwolf *Philanthus triangulum* mit einer Honigbiene als Beute.



Die Knotenwespe *Cerceris rybyensis* mit einer pollenbeladenen Furchenbiene (*Lasioglossum*) als Beute.

Einige Grabwespen-Arten sind auf Bienen als Beutetiere spezialisiert. Der vor allem in Sandgebieten stellenweise häufige Bienenwolf *Philanthus triangulum* (F.) versorgt seine Brut fast ausschließlich mit Honigbienen (vgl. Literaturhinweise bei SCHMIDT 1970, HAESELER 1977b). Selten, vor allem beim Fehlen von Honigbienen, werden auch Hosenbienen (*Dasygaster*) oder Furchenbienen (*Halictus*) gejagt. Die im Hochsommer gebauten Nester bestehen aus 5–8 Brutzellen. Sehr wahrscheinlich werden für jede männliche Larve 2, für jede weibliche Larve aber 3–6 Honigbienen eingetragen (GRANDI 1961). Der Schaden, den der Bienenwolf in der Imkerei anrichtet, ist gewöhnlich gering. Bei massenhaftem Auftreten kann er allerdings Bienenvölker schwächen. So wurden nach HIRSCHFELDER (1956) auf fränkischen Abraumhalden, die dieser Grabwespe ungemein günstige Nistmöglichkeiten boten, auf 1 qm über 700 in einer Flugzeit vergrabene Honigbienen registriert. Für eine 1,5 ha große Haldenfläche wurden rund 600 000 Bienenwolf-Larven errechnet. Dort waren demnach mindestens 1,9 Millionen Honigbienen vergraben (vgl. KEMPER & DÖHRING 1967). Solche Verhältnisse sind nur sehr selten gegeben und sind daher die Ausnahme.

Der in Süddeutschland sehr seltene Weißfleckige Bienenwolf *Philanthus coronatus* (Thunberg) trägt große Sandbienen (*Andrena*) und Furchenbienen (*Halictus*) in seine Nester ein (ENSLIN 1922, eig. Beob.).

Das Beutespektrum einiger Knotenwespen (*Cerceris*) besteht aus kleineren Wildbienenarten verschiedener Gattungen. Bei der recht häufigen *Cerce-*

ris rybyensis (L.) sind der Larvenproviand vor allem Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*), aber auch Sandbienen (*Andrena*) und Zottelbienen (*Panurgus*) (GROZDANIĆ & VASIĆ 1968a, SCHMIDT 1970, 1979a). Die traubenförmigen Nester bestehen aus höchstens 7 Zellen. Im allgemeinen werden pro Zelle 4–8 Beutetiere eingetragen. Bei den vergleichsweise selteneren Knotenwespen *Cerceris hortivaga* Kohl und *Cerceris sabulosa* (Panzer) wurden als Beutetiere Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*), Blutbienen (*Sphecodes*), Sandbienen (*Andrena*), Zottelbienen (*Panurgus*), Maskenbienen (*Hylaeus*) und Filzbienen (*Epeolus*) festgestellt.

4.11 Wirbeltiere, Vertebrata

4.11.1 Vögel, Aves

Bienen gehören erwartungsgemäß auch zur Nahrung insektenfressender Vögel. Der auch vereinzelt im südwestlichen Mitteleuropa vorkommende Bienenfresser (englisch: bee-eater) *Merops apiaster* hat seinen deutschen, englischen und wissenschaftlichen Namen sogar nach seiner Hauptnahrung erhalten. Ihm dienen neben anderen Fluginsekten hauptsächlich Hautflügler, insbesondere Bienen als Beute. Nach FRY (1983), der auch außereuropäische *Merops*-Arten behandelt, stellen adulte Hautflügler (Hymenoptera) rund 70 % der Beute, davon sind durchschnittlich 21 % Hummeln (*Bombus*) und 15–25 % Honigbienen (*Apis mellifera*). HOFFRICHTER & WESTERMANN (1969) fanden als Nahrungstiere in einer Brutröhre im Kaiserstuhl ebenfalls fast ausschließlich Hautflügler, darunter rund 38 % Bienen (Apoidea), insbesondere Hummeln. Auch Würger wie Neuntöter (*Lanius collurio*) und Raubwürger (*Lanius excubitor*) jagen bisweilen Hummeln und andere größere Bienen, die sie gezielt entstacheln, aufspießen und später verzehren. Die Hauptnahrung des Wespenbussards (*Pernis apivorus*) bilden Larven, Puppen und Imagines von Faltenwespen (Vespidae), aber auch Hummeln (*Bombus*).

Blaumeisen (*Parus caeruleus*) hacken während des Winters in Röhrichtern die von verschiedenen Bienen und Wespen besiedelten Schilfgallen auf und verzehren einen Teil der Larven. Auch in offenen Schilfhalmern angelegte Nester können auf diese Weise zerstört werden (vgl. FRÖMEL 1980). Nach LOHMEYER & PRETSCHER (1982) dezimierte ein Grünspecht (*Picus viridis*) im relativ schneereichen und frostharten Winter 1978/79 den Bestand an

Wildbienen einer Lößwand ganz erheblich, indem er deren Brutkammern aufhackte und den größten Teil des Nachwuchses verzehrte. Nester in künstlichen Nisthilfen (Holzblöcke mit Bohrgängen, Schilfbündel) werden ums Haus herum oft von Kohlmeisen (*Parus major*) und Buntspechten (*Dendrocopos major*) während des Herbstes oder Winters aufgehackt; dabei werden aber nur die direkt am Nesteingang liegenden Brutzellen in Mitleidenschaft gezogen (vgl. DRACHENFELS 1982:99).

4.11.2 Säugetiere, Mammalia

Einige Kleinsäuger können in Hummelnestern mitunter schwere Zerstörungen verursachen. Es ist vor allem die Brut, die einigen insektenfressenden Säugern als Nahrung dient: dem Igel (*Erinaceus europaeus*), dem Maulwurf (*Talpa europaea*) und den Spitzmäusen (*Sorex*). Auch unter den Nagetieren finden sich manche Arten, die Hummeln zusetzen, z.B. die Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*), die Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*) oder Feldmäuse (*Microtus arvalis*). Auch durch den Dachs (*Meles meles*) entstehen Schäden an Hummelne-

stern oder an den Erdnestern anderer Wildbienen, die er aufgräbt, um an die Brut heranzukommen. CUMBER hat nach POUVREAU (1974) festgestellt, daß von den ihm bekannten Nestern der Ackerhummel (*Bombus pascuorum*) 21 % durch Nager und durch Dachse zerstört wurden.

Kaninchen (*Oryctolagus cuniculus*) treten nach HAESELER (1982a) auf mehreren Ostfriesischen Inseln als Konkurrenten der Mauerbiene *Osmia maritima* auf, weil sie die von der Biene zum Nestbau benötigten Blätter des Hundsveilchens (*Viola canina*) wegfressen.

4.12 Mensch, Homo sapiens

Wenn es heutzutage einen Feind der Wildbienen gibt, dann ist dies der Mensch. Während er über Jahrhunderte hinweg durch extensive Landnutzung Wildbienen mehr oder weniger gefördert hat, ist er inzwischen durch ständige groß- und kleinräumige Veränderungen der Landschaft, immensen Gifteinsatz sowie Industrie- und Verkehrsemissionen der Hauptverursacher des Artenschwundes geworden.

5 Bienen und Blüten

Blüten können wir eigentlich erst richtig verstehen, wenn wir uns auch mit den Organismen beschäftigen, die sie besuchen. Die vielfältigen Beziehungen zwischen Blüten und ihren Besuchern gehören zweifellos zu den besonders faszinierenden Phänomenen unserer belebten Umwelt. Sie zu studieren ist unter anderem Aufgabe der Blütenökologie, einer aus der Botanik hervorgegangenen Disziplin, die sich mit den Wechselbeziehungen zwischen Blüten und ihrer leblosen und lebenden Umwelt befaßt. Einen ersten Einblick in dieses Gebiet geben z. B. die Bücher von BERTSCH (1975), BARTH (1982), MEEUSE & MORRIS (1984), KUGLER (1970) und HESS (1983).

Die Blütenökologie wurde historisch und wird zum Teil auch heute noch überwiegend aus dem Blickwinkel der Botanik (der Blüte!) betrachtet. Die Bestäubungsbiologie und damit die Bedürfnisse der Pflanze, standen meist im Mittelpunkt des Interesses, während die Bedürfnisse und das Verhalten der Blütenbesucher oft weniger berücksichtigt wurden. Auf diesem Fundament baut zunehmend eine eher zoologisch ausgerichtete Arbeitsrichtung auf, die völlig neue Einblicke in Zusammenhänge gibt, die noch in jüngster Zeit unverstanden waren und noch heute nur wenigen Spezialisten vertraut sind.

Bevor wir uns aber mit den Beziehungen zwischen Bienen und Blüten näher befassen, müssen wir kurz darauf eingehen, was eine Blüte überhaupt ist und wozu sie dient. Da sie für Bienen die Hauptrolle spielen, können wir uns im Folgenden auf die Verhältnisse bei den bedecktsamigen Blütenpflanzen (Angiospermen) beschränken und die Nacktsamer (Gymnospermen – unsere Nadelbäume) außer Betracht lassen.

Eine typische Blüte sieht etwa folgendermaßen aus: ganz außen steht der Kelch, ein Kreis von meist grünen, stabilen Blättern, die vor allem dem Knospenschutz dienen. Darauf folgen die Kronblätter. Sie sind größer, zarter gebaut und oft auffällig gefärbt und stellen damit den Schauapparat der Blüte. Im Innern dieser Blütenhülle finden wir die wichtigsten Organe der Blüte, nämlich die für die Fortpflanzung unverzichtbaren Staub- und Fruchtblätter. Alle Staubblätter einer Blüte zusammen bezeichnet man als Androeceum, die »männlichen« Teile der Blüte. Ein einzelnes Staubblatt besteht aus

einem Staubfaden (Filament) und dem Staubbeutel (Anthere), an dem sich wiederum ein steriler Mittelteil (Konnektiv) und zwei Staubbeutelblätter (Theken) mit je zwei Pollensäcken unterscheiden lassen. In diesen nun wird der Blütenstaub (Pollen) gebildet, der nach der Reife durch Längsrisse, Klappen oder Poren entlassen wird. Der »weibliche« Anteil der Blüte, das Gynoeceum, wird seines Aussehens wegen oft als Stempel bezeichnet und besteht aus einem oder mehreren Fruchtblättern. Daran unterscheiden wir gewöhnlich den Fruchtknoten (Ovar), der in seinem Innern erst die Samenanlagen und später die Samen beherbergt (daher Bedecktsamer!), einen stielartigen Fortsatz, den Griffel (Stylus) und an seiner Spitze die Narbe, den Landeplatz für den Blütenstaub.

Gelangt ein Pollenkorn auf eine Narbe einer anderen Blüte der gleichen Art, so beginnt es zu quellen. Dadurch treten in seiner sehr widerstandsfähigen Wand Dünnstellen, die Keimporen oder -falten, deutlich heraus, an einer Stelle wölbt sich schließlich der Inhalt hervor und wächst als Pollenschlauch in die Narbe hinein und zwischen den Zellen des Griffels hindurch zu den Samenanlagen im Fruchtknoten. Ein reifer Pollenschlauch enthält neben seinem eigenen Zellkern noch zwei Spermazellen, die der Befruchtung dienen. Einer verschmilzt mit der Eizelle, daraus entsteht der Embryo. Der andere trägt zur Bildung des Nährgewebes (Endosperm) bei. Umgebende Zellschichten entwickeln sich zur Samenschale. Mit der Samenreife ist das Ziel der Blüte erreicht.

Die meisten Blütenpflanzen besitzen Zwitterblüten, die sowohl Staubbeutel als auch Fruchtblätter enthalten. Hier ist also prinzipiell eine Selbstbestäubung (Autogamie), und damit Inzucht möglich. Viele Arten umgehen diese Möglichkeit durch eine räumliche oder zeitliche Trennung der männlichen und weiblichen Funktionen der Blüte. Statt Pollen und Narbe gleichzeitig reifen zu lassen (Homogamie), finden wir bei vielen Arten einen Zeitunterschied (Dichogamie) bis zu mehreren Tagen. Meist sind die Staubblätter zuerst reif (Proterandrie), die Narbe folgt erst mit einigem Abstand. Beispiele hierfür sind die Glockenblumen (*Campanula*), die Wiesen-Knautie (*Knautia arvensis*) und die Mal-

vengewächse (Malvaceae). Bei der – selteneren – Vorweiblichkeit (Proterogynie) dagegen ist zuerst die Narbe funktionsfähig, während die Staubbeutel mit Verspätung folgen. Diese Verhältnisse finden wir etwa bei Kreuzblütlern und einigen Rosengewächsen.

Eine räumliche Trennung der Blütenfunktionen läßt sich entweder innerhalb einer Blüte (Herkogamie) oder durch eine Aufteilung auf verschiedene Blüten (Diklinie) erreichen. So berührt beispielsweise eine Hummel in einer Schwertlilien- (*Iris*-) Blüte regelmäßig zuerst die Narbe und belegt sie mit fremdem Pollen, ehe sie vom Staubbeutel mit blüteneigenem Pollen beladen wird. Eingeschlechtige Blüten, also solche, die entweder nur Staubblätter oder nur Fruchtblätter enthalten, können nun wieder unterschiedlich verteilt sein: kommen weibliche und männliche Blüten auf ein und demselben Individuum vor, »wohnen« sie also gewissermaßen in einem »Haus«, dann bezeichnen wir die Pflanze als einhäusig (monözisch) (Beispiel: Weiße Zaurübe, *Bryonia alba*). Stehen die Blüten dagegen auf verschiedenen Individuen, so nennt man das zweihäusig (diözisch) (Beispiel: Zweihäusige oder Rotfrüchtige Zaurübe, *Bryonia dioica*).

Neben diesen mehr »technischen« Methoden zur Sicherung der Fremdbestäubung kennt man noch eine ganze Reihe von physiologischen Mechanismen, die eine Selbstbefruchtung ver- oder behindern. Kommen wir noch einmal auf das eben geschilderte Grundschema einer Blüte zurück: Im einzelnen haben sich mannigfaltige Abwandlungen herausgebildet. Größe, Form und Farbe der einzelnen Blütenteile können variieren, Organe können unter- und miteinander verwachsen sein, und es ergeben sich verschiedenste Symmetrieverhältnisse. Die meisten Blüten haben entweder viele (»radiärsymmetrisch«) oder eine (»dorsiventrale«) Symmetrieebene. Diese Vielfalt steht nicht nur im Zusammenhang mit der Familienzugehörigkeit der einzelnen Pflanzenarten, sondern auch mit den in Frage kommenden Bestäubern.

Neben Wind und selten auch Wasser kommen eine ganze Reihe von Tieren als Pollenüberträger von Blüte zu Blüte in Frage. Bei uns in Mitteleuropa sind das fast ausschließlich Insekten: Bienen, Käfer, Fliegen und Schmetterlinge. Man spricht in diesem Zusammenhang von insektenblütigen (entomophilen) Pflanzen. Entsprechend ihren Hauptbestäubern kennt man daher Bienenblumen, Tagfalterblumen, Nachtfalter- (Schwärmer-)Blumen, Fliegen- und Käferblumen. In den Tropen und Subtropen treten noch Vögel (z. B. Kolibris, Nektarvögel) und Säugetiere (bestimmte Fledermäuse, manche Beu-

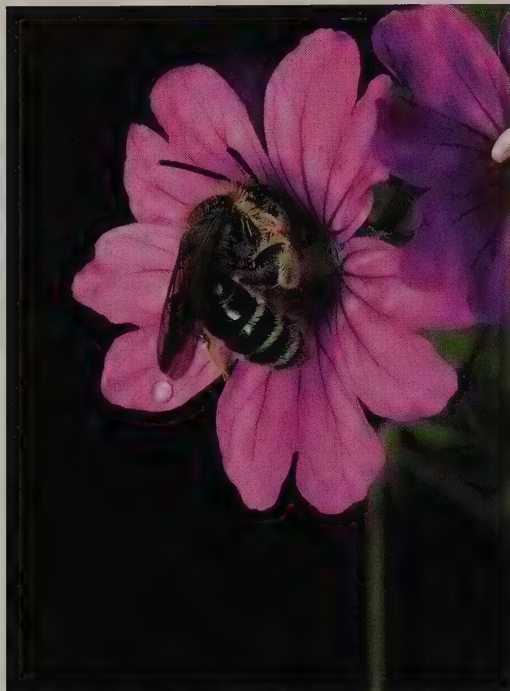
eltiere) als Bestäuber auf. (Anmerkung: Unter »Blume« versteht man eine bestäubungsbiologische Einheit, unter »Blüte« eine morphologische.)

Bienen lassen sich aber zur Deckung ihrer eigenen Ansprüche durch eine solche schematische Gruppierung nicht einschränken. So werden auch Blumen, bei denen andere Tiere die »normalen« (legitimen) Bestäuber sind, von Bienen (besonders von Honigbienen und Hummeln) auf Pollen oder – seltener – Nektar ausgebeutet. Unter unseren Gartenpflanzen gibt es eine Reihe von Beispielen dafür: Fackellilie (*Kniphofia*), Kaiserkrone (*Fritillaria*) und *Fuchsia* sind Vogelblumen, sie werden bei uns von Bienen zum Pollensammeln befliegen, aber von ihnen normalerweise nicht bestäubt. Auch der Glockenrebe (*Copaea*) fehlen hierzulande die regulären Bestäuber.

So beobachtete WESTERKAMP (1987) die Honigbiene an etwa 50, die Furchenbiene *Lasioglossum calceatum* an 5 Nichtbienenblumen, die Tiere sammelten hier jeweils Pollen. Ein anderes schönes Beispiel sind die Nachtkerzen (*Oenothera*), die bei uns nicht heimisch sind, sondern aus Nordamerika stammen. Viele ihrer Arten sind nachtblütige Schwärmerblumen, werden aber in ihrer Heimat auch von vielen meist solitären Bienen auf Pollen hin ausgebeutet. Die Bienen nutzen nicht nur den morgens noch vorhandenen Pollen der vorhergehenden Nacht, sondern beginnen z. T. sogar schon vor den eigentlichen Besuchern am späten Nachmittag mit der Ernte. Es gibt sogar Bienenarten, die allein auf den Pollen dieser typischen Schwärmerblumen spezialisiert sind, sie aber nicht bestäuben (GREGORY 1963, LINSLEY et al. 1963, 1964, 1973). Solche Bienenarten fehlen aber in Mitteleuropa, da sie nicht mit eingeschleppt wurden. Selbst Windblütler werden z. T. ausgiebig von Bienen als Pollenquellen genutzt. So sammeln neben Honigbienen einige Sandbienen- (*Andrena*-) Arten und die Mauerbienen *Osmia rufa* regelmäßig an Buchen (*Fagus*), Eichen (*Quercus*), Hainbuchen (*Carpinus*) oder Wegerich (*Plantago*).

5.1 Zwecke der Blütenbesuche von Wildbienen

Blüten können für die verschiedensten Aspekte des Bienenlebens von Bedeutung sein. Nahrungserwerb zur Eigenernährung oder für die Brut ist allerdings das Hauptmotiv für Blütenbesuche. Da es aber noch eine ganze Reihe von anderen Gründen gibt, weswegen Blüten von Bienen aufgesucht werden,



Ein Männchen der Sandbiene *Andrena pandellei* saugt Nektar in der Blüte des Weichen Storchschnabels (*Geranium molle*).

sollen zunächst die Zwecke der Blütenbesuche behandelt werden, wobei im wesentlichen nur mitteleuropäische Verhältnisse berücksichtigt sind.

Zunächst muß zwischen nestbauenden Arten und Brutparasiten (»Kuckucksbienen«) unterschieden

werden. Der Blütenbesuch der Kuckucksbienen dient bei Männchen und Weibchen ausschließlich der Eigenversorgung, in erster Linie mit Nektar. Ein Fressen von Pollen ist mir zwar nicht bekannt, dürfte aber wahrscheinlich sein. Manche Arten werden auf bestimmten Blüten regelmäßig häufiger angetroffen. Meist handelt es sich dabei um die bevorzugten Pollenquellen ihrer Wirte (z. B. Wespenbiene *Nomada armata* auf der Wiesen-Knautie, *Knautia arvensis*). Eine Bindung an bestimmte Pflanzenarten als Nektarquellen ist, wie bei anderen Bienen auch, nicht vorhanden.

Bei den nestbauenden (pollensammelnden) Arten wiederum müssen Männchen und Weibchen streng auseinander gehalten werden.

Männchen

- Männchen besuchen Blüten zur Eigenversorgung mit Nektar. Bei spezialisierten Arten, deren Weibchen Pollen nur an bestimmten Pflanzen sammeln, werden auch die Männchen in der Regel (aber nicht ausschließlich) an diesen Pflanzen nektarsaugend angetroffen, sofern diese Pflanzen in ihren Blüten Nektar darbieten. Der Blütenbesuch der Männchen kann daher manchmal Hinweise geben auf mögliche Spezialisierungen der Weibchen. So werden z. B. die Männchen der Sandbiene *Andrena florea* fast ausschließlich an Zaunrübe (*Bryonia*), die Männchen der Mauerbiene *Osmia adunca* fast ausschließlich an Natterkopf (*Echium*), die Männchen der Maskenbiene *Hylaeus signatus* fast ausschließlich an *Reseda* angetroffen. Die Männchen spezialisierter Arten werden aber auch beim Nektarbesuch in den Blüten solcher Pflanzen angetroffen, in denen die Weibchen



Männchen der Scherenbiene *Chelostoma fuliginosum* rastet auf dem Blütenblatt der Knäuel-Glockenblume (*Campanula glomerata*).



Sechs Männchen der Sandbiene *Andrena pandellei* ruhen dicht gedrängt in der Blüte der Rundblättrigen Glockenblume (*Campanula rotundifolia*).



Kopula der Wollbiene *Anthidium oblongatum* auf dem Blütenstand der Felsen-Fetthenne (*Sedum reflexum*). Beachte die pollengefüllte Bauchbürste des Weibchens.

nie Pollen sammeln. So saugen zum Beispiel die Männchen von Glockenblumen- (*Campanula*-) Spezialisten (z. B. *Andrena pandellei*) auch in Storchschnabel- (*Geranium*-) Blüten regelmäßig Nektar, insbesondere dann, wenn die Glockenblumen noch nicht aufgeblüht sind; die Männchen von Natterkopf- (*Echium*-) Spezialisten besuchen auch Ochsenzunge (*Anchusa*) zur Eigenversorgung.

- Männchen besuchen Blüten, um unbegattete Weibchen zu finden. Die Blüten dienen demnach als Rendezvous-Platz. Bei einigen Spezialisten findet die Kopula (Paarung) regelmäßig in den Blüten der artspezifischen Pollenquellen statt. So paaren sich z. B. die Sandbienen *Andrena curvungula* und *A. pandellei* in Glockenblumen- (*Campanula*-) Blüten. Zu beachten ist ferner, daß sich die Männchen solcher Arten beim Anflug häufig auf die Blütenblätter setzen, ohne Nektar zu saugen.

- Männchen suchen Blüten zum Übernachten oder zum Schutz bei kühlem oder regnerischem Wetter auf. Besonders die Blüten von Glockenblumen (*Campanula*), Storchschnabel (*Geranium*) und Malven (*Malva*) und die Köpfchen von Wegwarten (*Cichorium*) oder Habichtskraut (*Hieracium*) werden von den Männchen mehrerer Arten aus verschiedenen Gattungen hierfür bevorzugt (z. B.

Scherenbiene *Chelostoma fuliginosum*, Glanzbiene *Dufourea dentiventris*, Sägehornbiene *Melitta haemorrhoidalis*, Graubiene *Rhophitoides canus*). In Südeuropa nächtigen die Männchen von Langhornbienen (*Eucera*), Mauerbienen (*Osmia*) und Wollbienen (*Anthidium*) regelmäßig in den nektarlosen Blüten von *Serapias*, einer Orchidee, die sie als Gegenleistung bestäuben (DAFNI et al. 1981).

- Die Männchen von einigen Arten der Sandbienen (*Andrena*), Schlüßbienen (*Rophites*), Graubienen (*Rhophitoides*), Wollbienen (*Anthidium*), Mauerbienen (*Osmia*), Pelzbienen (*Anthophora*), Langhornbienen (*Eucera*, *Tetralonia*), Holzbienen (*Xylocopa*), Hummeln (*Bombus*) und Schmarotzerhummeln (*Psithyrus*) zeigen ein artspezifisches Territorialverhalten. Im einen Fall kontrollieren sie auf bestimmten Flugbahnen regelmäßig u. a. auch Blüten, die den Weibchen als Nektar- und/oder Pollenquelle dienen, z. B. Pelzbiene *Anthophora acervorum*, Langhornbiene *Eucera tuberculata*. Bei einigen Arten der Wollbienen (z. B. *Anthidium manicatum*, *A. oblongatum*, *A. punctatum*) besteht das Revier aus einer eng umgrenzten Gruppe von Blütenständen, die von den Weibchen zum Nektar- und/oder Pollensammeln aufgesucht werden. Dieses Territorium wird vom Männchen nicht nur gegen »Neben-

buhler«, also Männchen der eigenen Art, sondern auch gegen artfremde Eindringlinge (u.a. Hummeln, Honigbienen) verteidigt. Die Männchen von Hummeln (*Bombus*) und Schmarotzerhummeln (*Psithyrus*) legen »Duftbahnen« zwischen markanten Punkten, die sie andauernd befliegen und auf denen sie paarungswillige Weibchen erwarten. Bei den Duftstoffen handelt es sich um körpereigene Stoffe, die den Labialdrüsen entstammen (BERGSTRÖM et al. 1985, CEDERBERG et al. 1984, EICKWORT 1977, FRANK 1941, HAAS 1946, 1949b, 1952, 1967, KRÜGER 1951, KUGLER 1970, SEVERINGHAUS et al. 1981).

- Orchideen der Gattung *Ophrys* (Ragwurz) schalten sich in das Sexualverhalten ihrer Bestäuber ein. Als sogenannte Sexualtäuschblumen, die weder Nektar noch Futterpollen bieten, imitieren sie mit Hilfe von Duftstoffen das Weibchen ihrer Bestäuber und veranlassen die Männchen zu einer Scheinbegattung (Pseudokopulation) mit der Blüte (vgl. z. B. KULLENBERG 1961, PRIESNER 1973).

Weibchen

Bei Weibchen muß zwischen Blütenbesuchen zur Eigenversorgung und solchen im Zusammenhang mit Brutfürsorgehandlungen unterschieden werden.

- Weibchen besuchen wie Männchen Blüten zur Eigenversorgung. Zum Nektarsaugen können von den Weibchen auch die Blüten solcher Pflanzenarten aufgesucht werden, in denen sie nie Pollen sammeln. Dies ist insbesondere in der Zeit vor der Verproviantierung der ersten Brutzelle zu beobachten, oder wenn die artspezifischen Pollenquellen noch nicht aufgeblüht sind oder zwischen den Pollenquellen und dem Nest weite Strecken zurückzulegen sind, außerdem beim Sammeln an Pollenblumen (*Ononis*, *Papaver*). Die Nektarwirte der meisten Bienenarten dürften daher austauschbar sein. Vielen undifferenziert gemachten Angaben in der Literatur zum Blütenbesuch der Weibchen dürften solche Verhaltensweisen zugrunde liegen (vgl. WESTRICH & SCHMIDT 1987). Pollenfressen als Proteinquelle zur Eireifung wurde in einigen Fällen belegt und ist generell bei allen solitären und sozialen Arten zu vermuten (s. Kap. 5.3).

- Bei einigen spezialisierten Arten erfolgt die Partnerfindung und Kopula beim Blütenbesuch (siehe oben bei den Männchen).

- Auch von den Weibchen werden Blüten zum Schlafen und zum Schutz aufgesucht (siehe bei den Männchen).

- Weibchen suchen Blüten zur Gewinnung von Nistbaumaterial auf: die Weibchen mehrerer Arten der Mauerbienen (*Osmia*), gelegentlich auch Blatt-

schneiderbienen (*Megachile*) verwenden von ihnen selbst mit den Mandibeln (Oberkiefern) ausgeschnittene Stücke von Blütenblättern verschiedener Pflanzen, z. B. von Mohn (*Papaver*), Malven (*Malva*), Sonnenröschen (*Helianthemum*), Lein (*Linum*), zur Auskleidung der Brutzellen.

- Weibchen suchen Blüten zum Sammeln von Larvenproviant auf. Nektarsammelbesuche sind kaum von denen zur Eigenversorgung zu trennen und äußerst schwer zu quantifizieren. Der Anteil des Nektars am Larvenfutter kann selbst innerhalb einer Bienengattung, z. B. *Osmia* sehr unterschiedlich sein. Das Nektarsammeln kann zugleich mit dem Pollensammeln an denselben Futterpflanzen erfolgen, seltener werden getrennte Pollen- und Nektarsammelflüge ausgeführt, z. B. Mauerbiene *Osmia fulviventris* nach WESTERKAMP (1978). Pollen- und Nektarsammeln kann auch auf ein und demselben Ausflug an verschiedenen Pflanzenarten stattfinden, besonders dann, wenn die Pollenquellen keinen Nektar bieten. So beobachtete ich z. B. die Wollbiene *Anthidium manicatum* zunächst beim Pollensammeln an der nektarlosen Hauhechel (*Ononis*), später reichlich nektarsaugend an Woll-Ziest (*Stachys byzantina*). Auf der Ebene des Pollensammelns sind die einzelnen Bienenarten mehr oder weniger spezialisiert oder es kann ein breites Wirtspflanzenspektrum genutzt werden (s. Kap. 5.5). Einen



Blüten des Gelben Leins (*Linum flavum*), deren Kronblätter von der Mauerbiene *Osmia mocsaryi* zur Gewinnung von Nistbaumaterial ausgeschnitten wurden.



Ein Weibchen der Blattschneiderbiene *Megachile pilidens* beim Pollensammeln an der Kriechenden Hauhechel (*Ononis repens*). Beachte die mit gelbem Pollen gefüllte Bauchbürste.

interessanten Sonderfall bilden die ölsammelnden Schenkelbienen (*Macropis*), die das Öl bestimmter Gilbweiderich- (*Lysimachia*-)Arten sammeln und mit deren Pollen mischen (s. Kap. 5.2.3).

5.2 Bienennahrung und Blütenprodukte

Drei Blütenprodukte sind als Bienennahrung von besonderem Interesse: Nektar, Pollen und bisweilen auch fette Öle.

5.2.1 Nektar

Die meisten Blüten bieten als Nahrung zunächst einmal Nektar, der unter den Anlockungsmitteln der Blüten die erste Stelle einnimmt. Alle Blüten, die Nektar absondern, werden als »Nektarblumen« bezeichnet. Allerdings ist Nektar nicht immer an Blüten gebunden. So finden sich an den Wedeln des Adlerfarns (*Pteridium aquilinum*) Nektarausscheidungen, die auch von Honigbienen genutzt

werden. Aber auch bei den Blütenpflanzen finden wir außerhalb der Blüte Abscheidungen von Nektar, etwa an den Laubblättern. Weil diese nektarabsondernden Drüsen nichts mit der Blüte (lateinisch flos) zu tun haben, nennt man sie extraflorale Nektarien. Meist dienen sie nur Ameisen, gelegentlich auch Honigbienen, nicht aber Wildbienen als Nahrungsquelle. Nacktsamer (z. B. Fichten, Kiefern) besitzen keine Nektarien. Die floralen Nektarien der Bedecktsamer können an verschiedenen Blütenteilen vorkommen, z. B. an Kronblättern, an Kelchblättern und an Staubblättern, am Stempel und am Blütengrund. Manche Nektarien an Blüten haben jedoch keine blütenökologische Funktion: sie heißen extranuptiale Nektarien (lateinisch nubere, heiraten), weil sie bei der Pflanzenhochzeit nicht mitwirken, also nicht in die Bestäubung eingeschaltet sind. Wir finden sie z. B. auf der Außenseite der Kronröhre von *Iris*-Arten. Dementsprechend heißen die Nektarien, die für das Bestäubungsgeschehen eine Rolle spielen, nuptiale Nektarien.

Bei manchen Blüten ist der Nektar durch offen darliegende Nektarien allen Blütenbesuchern leicht zugänglich. Zu ihnen gehören die meisten Doldenblütler (*Apiaceae*), der Ahorn (*Acer*), die Wein-

raute (*Ruta graveolens*) oder der Efeu (*Hedera helix*). Bei vielen Blüten ist der Nektar aber mehr oder weniger verborgen, z. B. in becherartigen Vertiefungen im Zentrum der Blüte (u. a. Schlehe, *Prunus spinosa*), in Röhren (u. a. Blutweiderich, *Lythrum*) oder in Spornen (u. a. Lerchensporn, *Corydalis*). Farbige oder duftende »Saftmale« weisen den Bienen oftmals den Weg zum verborgenen Nektar.

Die absolute Nektarmenge pro Blüte und Tag ist sehr verschieden. Sehr groß ist sie z. B. beim Boretsch (*Borago officinalis*) mit 2,6 mg, wie auch bei anderen Boretschgewächsen, z. B. Natterkopf (*Echium*), und den Lippenblütlern (Lamiaceae). Auch eine Tagesrhythmik in der Nektarproduktion läßt sich bei verschiedenen Pflanzen nachweisen. So sondert die Wegwarte (*Cichorium intybus*) nur zwischen 7.00 und 12.00 Uhr Nektar ab. Bei anderen Arten erreicht sie zu bestimmten Tageszeiten ein Maximum, bei den Linden (*Tilia*) z. B. am Nachmittag. Nach dieser Rhythmik der Nektarproduktion richten sich auch die nektarsuchenden Honigbienen bei ihren Futterflügen mit Hilfe ihres Zeitgedächtnisses. Menge und Zuckergehalt des Nektars wird auch durch Boden- und Luftfeuchte, Düngung, Boden- und Lufttemperatur beeinflusst. Die Zuckerkonzentration spielt insofern für den Blütenbesuch eine Rolle, als z. B. Nektar mit nur geringer Zuckerkonzentration für Honigbienen kaum attraktiv ist.

Nektar ist im wesentlichen eine wässrige Zuckerlösung. Der Gesamtzuckergehalt schwankt zwischen 8% (Kaiserkrone, *Fritillaria imperialis*) und 76% (Gewöhnlicher Dost, *Origanum vulgare*), liegt aber im Mittel bei rund 40% (KUGLER 1970). An Hauptzuckerarten finden sich Saccharose und deren Spaltungsprodukte Glukose und Fruktose. Diese drei liegen in verschiedenen arttypischen Zusammensetzungen vor. Andere Inhaltsstoffe wie Aminosäuren, Eiweiße, organische Säuren, Mineralsalze, Phosphate, Vitamine und Enzyme spielen im Nektar mengenmäßig nur eine geringe Rolle und ihre Bedeutung für Blütenbesucher ist umstritten. Der reine Nektar ist geruchlos, kann aber sekundär den Geruch benachbarter Blütenteile absorbieren (KUGLER 1970). Honigbienen können Qualität und Quantität des Nektars mit der entsprechenden Form, Farbe und dem Duft der Blüten mit der Tageszeit assoziieren und danach ihren Blütenbesuch ausrichten.

Der Nektar stellt als leicht verdauliche Zuckerlösung eine rasch umsetzbare Energiequelle dar. Für die Imagines ist er z. B. »Treibstoff« für den Flug. Der Larvennahrung wird er bei den Wildbienen ebenfalls beigemischt. Selbst bei nahverwandten

Wildbienenarten ein und derselben Gattung (z. B. *Osmia*) kann sein Anteil in der Brutzelle im Vergleich zum Pollen sehr unterschiedlich sein, bei der einzelnen Bienenart ist er aber immer konstant. So häuft die Mauerbiene *Osmia rufa* einen sehr trockenen, da nektararmen Pollenvorrat in der Brutzelle an, die nahverwandte Mauerbiene *Osmia cornuta* dagegen gibt mehr Nektar hinzu, so daß wir einen feuchteren Pollenklumpen vorfinden. Bei der Mauerbiene *Osmia tridentata* ist der Futtervorrat durch reichlich zugesetzten Nektar sogar zähflüssig. Bei manchen Pelzbienen (*Anthophora*) steht über dem Pollenvorrat eine dünne Schicht von pollenfreiem Nektar, so daß im ersten Larvenstadium die Nahrungsaufnahme wohl mit Nektar beginnt. Da bei vielen Bienenarten der Futtervorrat aber nur wenig Nektar enthält, ist es fraglich, ob er überhaupt eine Rolle für die Ernährung der Bienenlarve spielt. Eher trägt der Nektar vermutlich dazu bei, die Brutzelle während der Larvenentwicklung feucht zu halten. In geöffneten Brutzellen von Blattschneiderbienen (*Megachile*) z. B. trocknet der Larvenproviand rasch aus und die Larve entwickelt sich nicht weiter. Ob der Zucker des Nektars invertiert ist, bedarf noch der Klärung.

Nektar dient bei »Feuchtsammlern« als Kitt ihrer Pollenladungen (s. Kap. 5.4.2). Mauerbienen (z. B. *Osmia ravouxi*), Mörtelbienen (z. B. *Megachile parietina*) und Scherenbienen (z. B. *Chelostoma florissomme*, *C. fuliginosum*) verwenden Nektar zur Herstellung des lehmigen Mörtels zum Bau der Brutzellen bzw. des Nestverschlusses.

Während es die unterschiedlichsten Spezialisierungen beim Pollensammeln gibt, existieren solche hinsichtlich des Nektars nicht.

Bienen verleiben sich den Nektar mit Hilfe ihres Rüssels (Proboscis) ein. Allgemein unterscheidet man kurzrüsslige und langrüsslige Bienen (zur Anatomie siehe MICHENER 1944, IUGA 1968, CORREIA 1973, WINSTON 1979, HARDER 1983, MICHENER & BROOKS 1984). Zu den ersteren gehören die Colletidae, Andrenidae und Halictidae, außerhalb Europas auch die Oxaeidae und Stenotritidae (MICHENER 1974, MCGINLEY 1980). Langrüsslige Bienen finden wir bei den Megachilidae, Anthophoridae und Apidae, außerhalb Europas auch bei den Ctenoplectridae und Fidelidae (MICHENER & GREENBERG 1980). Das Nektarsaugen ist den Bienen angeboren. Der Nektar wird von den Bienen im Vorderdarm, auch »Kropf« oder »Honigblase« genannt, gesammelt und im Nest erbrochen.

Die Länge des Saugrüssels spielt im Hinblick auf den Blütenbau und die oft verborgene Lage des Nektars eine wichtige Rolle. Blüten mit offen darge-

botenem Nektar können auch von extrem kurzrüsseligen Bienen ausbeutet werden. Bei solchen mit mehr oder weniger verborgenem Nektar ist die Rüssellänge mit dafür entscheidend, ob der Nektar auf normalem Wege für die Bienen zugänglich ist. Das Spektrum der Rüssellängen ist weit: Maskenbienen (*Hylaeus*) 1,1 mm, Furchenbienen (*Halictus*, *LasioGLOSSUM*) 1,5–6 mm, Honigbiene (*Apis mellifera*) 6,5 mm, Erdhummel (*Bombus terrestris*) 8–9 mm, Gartenhummel (*Bombus hortorum*) 14–16 mm, Pelzbiene (*Anthophora acervorum*) 19–21 mm. Diese Verhältnisse dürfen aber nicht dazu verleiten, anzunehmen, daß langrüsselige Bienen auch immer nur kompliziert gebaute Blüten mit verborgenem Nektar besuchen oder etwa auf diese als Pollenquellen spezialisiert sind.

Kurzhüsselige wie langrüsselige Bienen erwerben den Nektar oft nicht auf dem normalen (»legitimen«) Weg und ohne Gegenleistung der Bestäubung. Wir nennen dies Nektarraub. Wenn sie sich den Nektar durch Zerstören von Blütenteilen (z. B. Aufbeißen des Sporns) gewaltsam aneignen, spricht man von primärem Nektarraub. Die Entnahme des Nektars durch die von primären Nektarräubern verursachten Öffnungen ist sekundärer Nektarraub (GERNER 1972, INOUE 1980). Beide Formen dieses ungewöhnlichen Blütenbesuchs sind bei Bienen weit verbreitet. Einige wenige Beispiele seien stellvertretend herausgegriffen. Die bekanntesten Nektarräuber sind kurzrüsselige Hummeln wie *Bombus terrestris* und *Bombus pascuorum*. Bei *Bombus wurfleini*, dessen Mandibeln gewaltig vergrößert sind, beißen Königinnen und Arbeiterinnen regelmäßig auch solche Blüten an, aus denen sie den Nektar ebenso gut auf normalem Weg gewinnen könnten (vgl. SCHREMMER 1955b). Während alle Hummeln bezahnte Mandibeln besitzen und daher besonders leicht Blütenteile zerstören können, weisen die Mandibeln der Honigbiene keine Zähne auf, so daß diese Art meist als sekundärer Nektarräuber auftritt. Beim Nektardiebstahl wird kein Blütenteil zerstört. Der Nektardieb nutzt die gleichen Öffnungen der Blüten wie die Bestäuber, eine Bestäubung kommt aber dennoch nicht zustande, z. B. weil der Besucher zu klein ist.

Auch Holzbienen wurden als Nektarräuber beobachtet, so *Xylocopa violacea* an den Kelchröhren des Seifenkrauts (*Saponaria officinalis*) (KUGLER 1970:129) und *Xylocopa valga* an den Kronröhren des Buntten Hohlzahns (*Galeopsis speciosa*) (SCHREMMER 1953). Holzbienen verwenden beim Nektarraub zum Durchlöchern enger Blumenkronröhren nicht die Mandibeln, sondern den vorgestreckten starren Rüssel als dolchartiges Stechor-

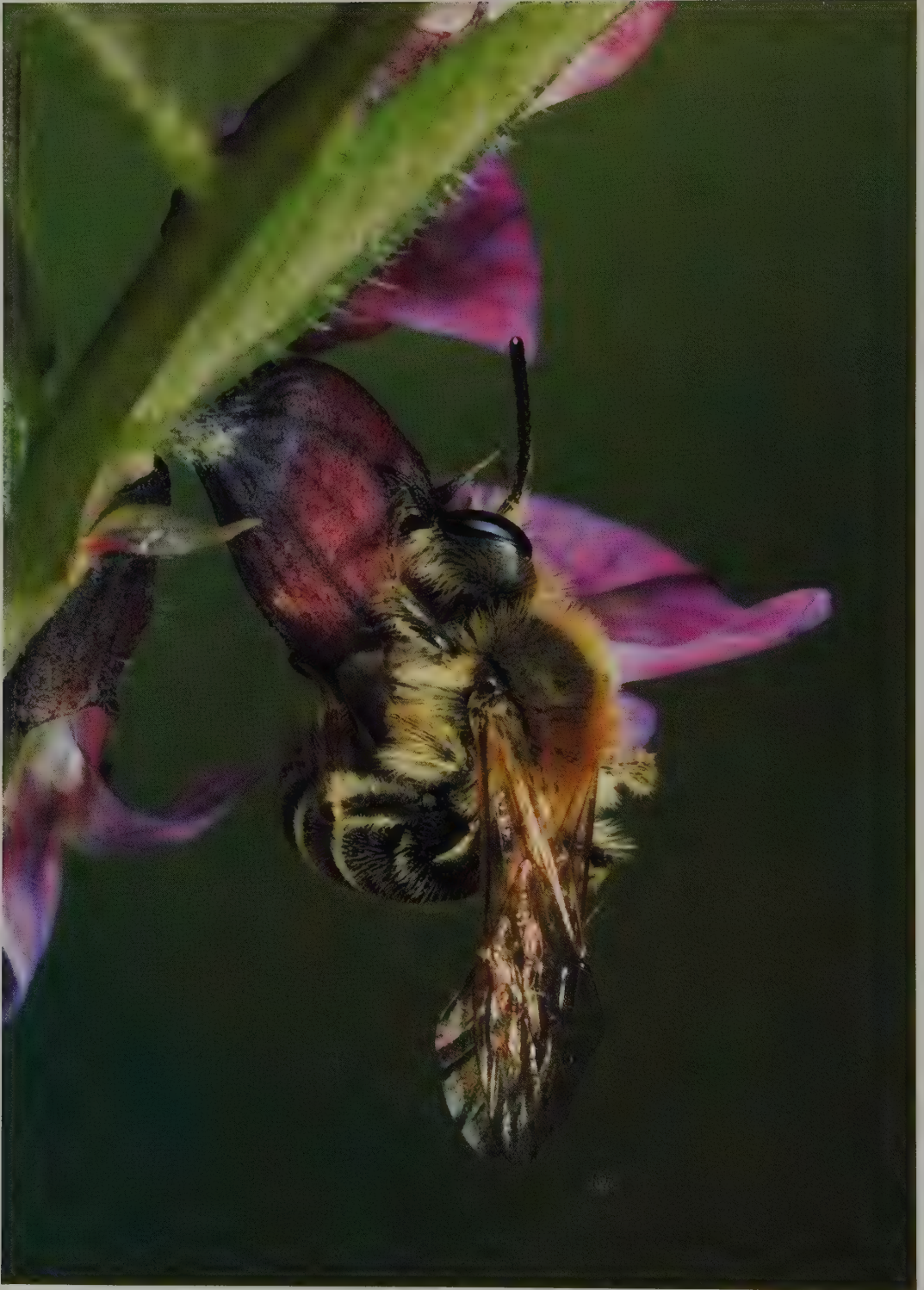
gan, weswegen SCHREMMER (1972a) ihn »Stechsaugrüssel« nennt. Die Blattschneiderbiene *Megachile ligniseica* hat einen verhältnismäßig kurzen Rüssel und gelangt mit ihm nicht zum Nektar in den Blüten des Klebrigen Salbeis (*Salvia glutinosa*). Die Biene zwingt sich in die Kronröhre hinein, bis diese der Länge nach einseitig aufreißt und das Tier Nektar saugen kann (SCHREMMER 1941). Auch die Sandbiene *Andrena lathyr* ist in beiden Geschlechtern eine obligatorische Nektarräuberin an *Vicia*- und *Lathyrus*-Arten. Regelmäßig konnte ich vor allem an der Zaunwicke (*Vicia sepium*), aber auch an der Ungarischen Platterbse (*Lathyrus pannonicus*) beobachten, wie Männchen und Weibchen ihren Rüssel sowie eine Mandibel seitlich in die Kelchröhre



Von der Erdhummel *Bombus terrestris* aufgegebissene Kronröhren des Hohlen Lerchensorns (*Corydalis cava*).

steckten und diese mit der anderen Mandibel soweit einschlitzen, bis der Rüssel den Nektar erreichte. Auf normalem Wege könnte diese kurzrüsselige Biene nie zum Nektar gelangen. Interessant ist, daß diese Biene gleichzeitig auf *Vicia*- und *Lathyrus*-Arten als Pollenquellen spezialisiert ist. Sie begeht eher an deren kompliziert gebauten Blüten Einbruch, als Blüten mit offen darliegendem Nektar zu besuchen. Nektarräuber wurden früher »Dysteleologen« genannt (H. MÜLLER). Darunter versteht man Blütenbesucher, die die Blüte nicht in ihrem Sinn und auf zerstörerische Weise nutzen. Nektardiebstahl liegt im übrigen auch dann vor, wenn Blütenbesucher den normalen Zugang wählen, sie aber wegen ihrer (meist zu kleinen) Körpergröße als Bestäuber nicht zur genutzten Blüte passen.

Nektar und Honig werden oft miteinander in Verbindung gebracht und oft auch zu Unrecht synonym gebraucht. Der Honig ist aber nur das Produkt, das solch hoch eusoziale Bienen wie die Ech-



Männchen der Sandbiene *Andrena lathyri* beim Nektarraub an der Blüte der Zaunwicke (*Vicia sepium*).

ten Honigbienen (*Apis*) und die tropischen Stachellosen Bienen (Meliponini) herstellen und in ihren Nestern als Nahrungsreserve einlagern. Der Ausgangsstoff ist meist Blütennektar. Bei der Honigbiene (*Apis mellifera*) ist neben dem Nektar auch der sogenannte »Honigtau« eine weitere wichtige Trachtquelle. Er wird vorwiegend in waldreichen Gegenden (z. B. Schwarzwald) von verschiedenen Pflanzensaugern, v. a. von Blatt- und Rindenläusen, erzeugt. Diese stechen die Leitungsbahnen der Pflanze an, werden mit dem zucker- und eiweißreichen Saft vollgepumpt und geben die nicht benötigten Überschüsse chemisch verändert wieder ab. Der Honigtau, der oft Blätter und Nadeln reichlich bedeckt, wird von Honigbienen, nicht aber von Hummeln und anderen Wildbienen gesammelt und zu »Waldhonig« verarbeitet. Gelegentlich wird auch der Saft überreifer Früchte oder verletzter (»bluten-der«) Bäume von den Honigbienen genutzt.

Etwas vereinfacht dargestellt entsteht der Honig folgendermaßen: Die Sammelbiene gibt bei der Rückkehr in den Stock den mitgebrachten Rohstofftropfen an eine Stockbiene weiter. Der Rohstoff wandert von Biene zu Biene, wobei er mit Sekreten aus Schlunddrüsen (Hypopharynxdrüsen) vermischt und dadurch mit Fermenten angereichert wird. Da der Rohstoff zu viel Wasser enthält, um haltbar zu sein, muß er von den Bienen eingedickt werden. Die Honig bereitende Biene erbricht den Rohstofftropfen aus der »Honig«blase, breitet ihn am ausgestülpten Rüssel in dünner Schicht aus und saugt ihn dann wieder ein. Dieser Vorgang wird so oft wiederholt, bis der Wassergehalt auf 40–50 % reduziert ist. Der halbreife Honig wird nun in eine Wabenzelle gebracht, wo sich die weitere Verdunstung des Wassers auf passive Weise fortsetzt. Nach 2–3 Tagen ist der Honig in der Regel reif und enthält nur noch rund 20 % Wasser. Jetzt werden die Zellen von den Bienen aufgefüllt und mit luftundurchlässigen Wachsdeckeln verschlossen. Während der Honigreifung finden auch chemische Veränderungen statt. Die Bienenfermente bewirken, daß der ursprünglich im Nektar enthaltene Rohrzucker in »Invertzucker«, ein Gemisch von Trauben- und Fruchtzucker überführt wird. Die Zuckerzusammensetzung des reifen Honigs unterscheidet sich weitgehend von der der Rohstoffe. Im Handbuch der Bienenkunde (ZANDER, KOCH & MAURIZIO 1975) sind Herkunft, Gewinnung, Eigenschaft und Untersuchung des Honigs ausführlich behandelt. Eine knappe Darstellung gibt GONTARSKI (1960).

Echten Honig produziert unter den mitteleuropäischen Bienen im übrigen nur die Honigbiene.

Das Heer der heimischen Wildbienen macht keinen Honig. Hummeln legen kleine »Honigtöpfchen« an, die mit Nektar gefüllt sind.

Bei vielen Arten (u. a. der Gattungen *Hylaeus*, *Lasioglossum*, *Xylocopa*) wird der gesammelte Nektar auf ähnliche Weise wie bei der Honigbiene eingedickt. Dazu setzen sich die Bienen oft auf den Rand der Blüte. Ob dabei der Zucker invertiert wird, ist nicht bekannt, aber zu vermuten. Der Nektar mancher Pflanzen kann Stoffe enthalten, die für Bienen und bisweilen auch für den Menschen schädlich sind. Schädliche Wirkstoffe enthält z. B. der Nektar bestimmter Hahnenfuß-Arten und der kalifornischen Roßkastanie. Durch den Genuß von Honig einer kleinasiatischen *Rhododendron*-Art (*R. ponticum*) entstehen Rauschzustände. Im Nektar, z. B. von Linden (*Tilia*), enthaltene Zuckerarten können Bienen schaden (s. Kap. 5.8.55).

5.2.2 Pollen

Alle Blütenpflanzen liefern Pollen, allerdings in von Art zu Art unterschiedlicher Menge und manchmal (Orchideen) in einer nicht als Futter verwertbaren Form. Bei den zweihäusigen Pflanzen können naturgemäß nur männliche Individuen als Pollenspendern fungieren. Manche Pflanzenarten liefern in ihren Blüten nur Pollen, aber keinen Nektar. Solche Pflanzen, die bisweilen riesige Pollenmengen beherbergen, bezeichnen wir als »Pollenblumen«. Bekannte Pollenblumen sind der Klatschmohn (*Papaver rhoeas*), die Rosen (*Rosa*) und der Besenginster (*Cytisus scoparius*). Eine einzige Blüte des Klatschmohns soll über 2,6 Millionen Pollenkörner enthalten. Eine Blüte des Heidekrauts (*Calluna vulgaris*) bietet hingegen »nur« 17000 Pollenkörner (POHL nach KUGLER 1970). Eine große Pollen- und sehr geringe Nektarmenge ist auch für Hahnenfuß (*Ranunculus*) und viele *Anemone*-Arten charakteristisch. Pollenkörner sind extrem klein. Ihr Durchmesser beträgt nur zwischen 3 Tausendstel Millimeter (Vergißmeinnicht) und 250 Tausendstel Millimeter (Kürbis). Durchschnittlich messen sie 30–40 Tausendstel Millimeter.

Der Inhalt der Pollenkörner ist fast stets von zwei Hüllen umgeben, einer zarteren Innenwandung, der sogenannten Intine, die bei der Keimung zum Pollenschlauch auswächst, und einer dickeren Außenwandung, der sogenannten Exine. Die nur rund ein Tausendstel Millimeter starke Außenwandung des Pollenkorns ist ungemein dauerhaft. Sie kann Jahrmillionen überdauern, wird selbst von stärksten Säuren nicht angegriffen und ist härter als Diamant.



Ein Weibchen der Maskenbiene *Hylaeus punctulatus* im Blütenstand des Nickenden Lauchs : *Allium nutans* : beim Eindicken des Nektars, der durch beigemengte Pollenkörner gelb gefärbt ist.

Dies alles hat sie dem Gehalt an sogenanntem Sporopollenin in der Exine zu verdanken. (Sporopollenine sind oxydative Polymere aus Carotinoiden und Carotinoid-Estern.) Auch die Oberflächenstruktur der Exine hat ihre Besonderheiten: sie ist komplex gebaut und oft reich strukturiert, weil durch ungleichmäßige Ablagerung der Sporopollenine auf der Pollenwandung stachel-, warzen-, leisten- und dachförmige Erhebungen entstehen. Die Struktur ist neben der Größe und der Form des Pollenkorns jeweils für eine bestimmte Pflanzengruppe oder gar eine Pflanzenart charakteristisch und kann daher auch zur Bestimmung herangezogen werden (Pollenanalyse). Auch die Farbe der Pollenkörner ist für jede Pflanzenart charakteristisch. Sie ist oft gelb, kann aber auch weiß, grün, blau, rot, violett, grau oder schwarz sein.

Die Pollenmorphologie ermöglicht dem Wildbienenkundler die Ermittlung der pflanzlichen Herkunft und Zusammensetzung der Pollenladungen der Wildbienenweibchen, des Brutzelleninhalts und des Larvenkots. Methoden und Anwendungsgebiete der Pollenanalyse bei Wildbienen sind bei WESTRICH & SCHMIDT (1986) beschrieben. In der Imkerei wird die Pollenanalyse zur Feststellung der quantitativen Bedeutung der verschiedenen

Trachtpflanzen (Pollenspender) schon seit über 60 Jahren genutzt (vgl. BETTS 1920b), ebenso zur Herkunftsbestimmung von Honigen. Methoden dieser sogenannten Melissopalynologie sind beschrieben bei ZANDER (1935) und LOUVEAUX et al. (1978). Am Pollenbild des Honigs kann man also in etwa die Vegetation rekonstruieren, aus welcher die Ausgangsstoffe für den Honig stammen. Ausländische Honige können somit von einheimischen unterschieden werden und ein Verschnitt wird dadurch nachweisbar.

Bei windblütigen (durch den Wind bestäubten) Pflanzen, z. B. Nadelbäumen oder Haselsträuchern, fliegen die in ungeheurer Menge produzierten Pollenkörner beim leichtesten Luftzug wie Mehlstaub davon. Der Ausdauernde Lolch (*Lolium perenne*), eine Grasart, liefert z. B. 210 kg Pollen pro Hektar. Der Windpollen ist arm an klebenden Kittstoffen. Ebenso fehlen ihm Oberflächenskulpturen wie Stacheln und ähnliches. Bei vielen insektenblütigen (durch Insekten bestäubten) Pflanzen machen ölarartige Stoffe, der sogenannte Pollenkitt, den Pollen klebrig und lassen ihn verklumpen. Im Pollenkitt enthalten sind auch die Erkennungsproteine für die Narbe, teils ist er auch für Heuschnupfen-Allergien verantwortlich.

Bei den Heidekrautgewächsen (Ericaceae) und den meisten ihrer Verwandten bleiben immer vier Pollenkörner zu einem Viererverband, der sogenannten Pollentetrade zusammen. Der Zusammenhalt rührt daher, daß die Pollenkörner bei den letzten Teilungsschritten nicht vollständig voneinander getrennt werden. Bei den Nachtkerzengewächsen wie der Nachtkerze (*Oenothera*) oder dem Weidenröschen (*Epilobium*) und einigen Heidekrautgewächsen sind einzelne Pollenkörner durch Fäden miteinander verbunden. Diese sogenannten Viscinfäden sind mehr oder weniger lange, fädige Fortsätze der Exine, die die Pollenkörner miteinander verbinden. Die wesentlichste blütenökologische Funktion der Viscinfäden ist die Bildung von großen Pollenaggregaten, Pseudopollinien, wodurch der Inhalt eines Pollenfachs in großen Klumpen auf einmal aufgenommen werden kann (WAHA 1984). Bei den Heidekrautgewächsen (Ericaceae) treten Viscinfäden nur bei aufrechten Blüten (z. B. *Rhododendron*) auf, während sie bei den mehr oder weniger hängenden Blüten fehlen (z. B. *Erica*, *Calluna*).

Bei den Orchideen und Schwalbenwurzgewächsen (Asclepiadaceae) sind die Pollenkörner einer Staubblatthälfte zu Paketen, den sogenannten Pollinien verklebt. Wie beim Nektar besteht auch in der Darbietung des Pollens bei den meisten Pflanzen eine Tagesrhythmik, indem die Staubbeutel zu bestimmten Tageszeiten aufplatzen. Die Pollenpräsentation kann allerdings durch ungünstige Witterungsverhältnisse (niedrige Temperatur, hohe Luftfeuchte) verschoben werden. Bei den meisten Pflanzen erfolgt sie vormittags, so z. B. beim Klatschmohn (*Papaver rhoeas*), bei der Kriechenden Rose (*Rosa arvensis*), beim Löwenzahn (*Taraxacum*) und beim Raps (*Brassica napus*); bei anderen ist sie gleichmäßig über den ganzen Tag verteilt, z. B. bei den Obstbäumen und den Brombeeren. Manche Pflanzen wie die Schwarze Flockenblume (*Centaurea nigra*) erreichen das Maximum ihrer Pollendarbietung erst am Nachmittag. Bei einigen Arten wird der Pollen während der Nacht dargeboten, so z. B. beim Kürbis (*Cucumis*).

5.2.3 Öl

Erst kürzlich entdeckte VOGEL (1974), daß gewisse Blumen ihren Bienenbesuchern statt des zuckrigen Nektars fette Öle (Lipide) anbieten. Diese dürfen nicht mit »ätherischen Ölen« verwechselt werden, einer chemisch bunt gemischten Gruppe von leicht flüchtigen Stoffen, die oft als Heilsubstanzen (Pfer-

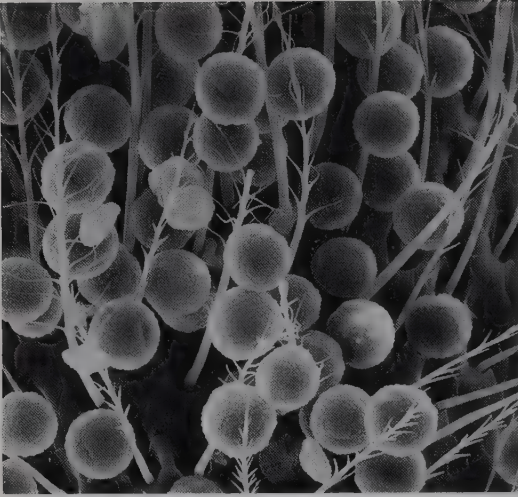
ferminzöl) oder zur Herstellung von Parfums (Lavendel) Verwendung finden. Inzwischen kennt man acht Pflanzenfamilien, bei denen zumindest einige Vertreter in ihren Blüten ölerzeugende Drüsen, sogenannte Elaiophoren, besitzen. Sie sind überwiegend in Lateinamerika verbreitet. Im Gegensatz zu Nektar und Pollen, der von allen Bienen genutzt werden kann, ist nur von relativ wenigen Bienenarten bekannt, daß sie diese Öle verwerten. Solche ölsammelnden Bienen gehören zu den Familien Anthophoridae (Pelzbienenverwandte) und Melittidae. In Mitteleuropa gibt es nur wenige Ölblumen, die alle Vertreter der Gattung *Lysimachia* (Gilbweiderich) sind, wobei aber nicht alle *Lysimachia*-Arten Öldrüsen besitzen (s. Kap. 5.8.43). Die entsprechenden Ölsammler gehören zur Gattung *Macropis* (Schenkelbienen) (VOGEL 1976, 1986).

5.3 Bedeutung des Pollens für Bienen

Außer der Übertragung der männlichen Erbinformation hat der Pollen noch eine zweite Aufgabe: er ist Lockmittel und zugleich Nahrung für blütenbesuchende Insekten. Durch seine stoffliche Zusammensetzung ist er außergewöhnlich nahrhaft und ausgewogen und daher auch für Bienen ein sehr hochwertiges Futter. Pollen ist die Hauptproteinquelle der Bienen, denn sein Eiweißgehalt ist mit 16–30 % beträchtlich. Außerdem enthält er 3–10 % Fette, 1–7 % Stärke, 1–9 % Mineralien, fast keinen Zucker und viele Vitamine. Für die Ernährung der Larven aller Bienen spielt der Pollen die wichtigste Rolle, weswegen er als Nahrungsgrundlage unverzichtbar ist. Die Larven der Wildbienen können zwar die Außenhülle (Exine) der Pollenkörner nicht verdauen, durch Öffnungen (Keimporen) können die Verdauungssäfte aber eindringen. Die Exine wird ausgeschieden. Bei der Honigbiene hängt der Nährwert des gespeicherten Pollens von der pflanzlichen Herkunft ab. Bei Nadelhölzern ist er sehr gering und wirkt im Fütterungsversuch sogar lebensverkürzend. Bei anderen Pflanzen (z. B. Obstbäume, Weiden, Mohn, Klee) hat der Pollen eine lebensverlängernde Wirkung auf Honigbienen. Pollenersatzmittel (z. B. Trockenhefe, Trockenmilch, Sojamehl) zeigen einen Bruteffekt, der nur zu etwa zwei Dritteln den von Pollen erreicht und das nur für rund drei Wochen. Danach läßt ihre Wirkung stark nach (WAHL 1982).

Während Grabwespen (Sphecidae) und Wegwespen (Pompilidae) ihren Nachwuchs mit Insekten

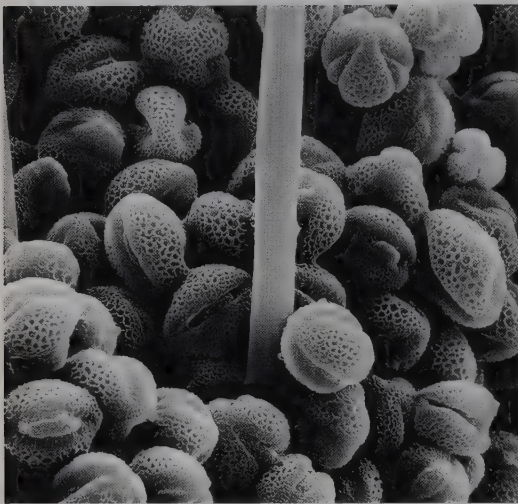
a



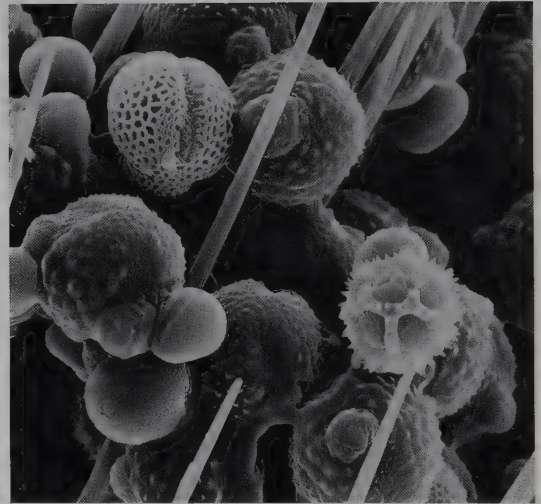
b



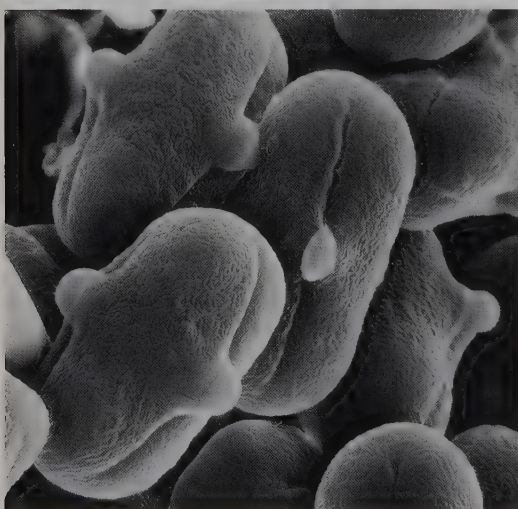
c



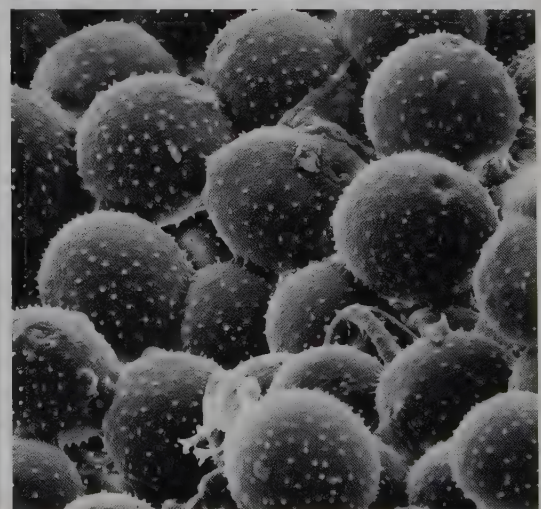
d



e



f



und Spinnen ernähren, die durch Stiche gelähmt und ins Nest getragen werden, leben die Imagines von Nektar. Bei den Bienen dagegen ist tierische Kost von gänzlich untergeordneter Bedeutung. Nach jüngsten Beobachtungen von ROUBIK (1982a) nutzt die in Mittelamerika (Panama) lebende Stachellose Biene *Trigona hypogea* Aas von Wirbeltieren wie Kröten, Fröschen, Schlangen, Eidechsen, Vögeln, Fischen und Affen als Eiweißquelle für die Ernährung der Brut. Pollen wird niemals gesammelt. Die Pollentransporteinrichtungen sind bei dieser Bienenart reduziert. Aber nicht das verrottende Fleisch wird als Larvenproviant eingelagert, sondern ein mit seiner Hilfe gebildeter Futtersaft, ein Sekret der im Bereich der Mundteile gelegenen Hypopharynxdrüse (GILLIAM et al. 1985). Pollen wird in den Nestern nicht eingelagert. Die Brut wird nur mit dem Futtersaft der Ammenbienen, also ohne Pollen aufgezogen. Zumindest bei sozialen Bienen spielt auch der Verzehr von Eiern und Brut des eigenen Nestes eine Rolle, möglicherweise zur Regulierung der Individuenzahl oder als leicht erreichbare Eiweißquelle (MICHENER 1974:186, WILLE & IMDORF 1983).

Pollen dient in erster Linie als Larvenfutter, wird aber auch von Imagines beiderlei Geschlechts, bei solitären wie bei sozialen Bienen, gefressen (u.a. BATRA 1980, 1984, CAMARGO et al. 1984, KÄPYLÄ 1978b, MICHENER 1983, MICHENER & RETTENMEYER 1956, TERRELL & BATRA 1984). Vor allem Weibchen, die vor der Eiablage stehen, fressen Pollen (PLATEAUX-QUÉNU 1972:71, MACIOR 1978, NILSSON 1983).

Bei Honigbienen (*Apis*) wird die Brut von Ammenbienen vor allem mit Drüsensekreten (Futtersaft) ernährt. Hauptpollenverzehr sind daher junge Honigbienen, die in ihren ersten Lebensstagen Ammendienste versehen und den Pollen den Reser-

ven in den Waben entnehmen. Die Larven selbst benötigen keinen Pollen zur Entwicklung, aber die Ammenbienen müssen Pollen oder ähnliche Eiweißquellen (Pollenersatzmittel) zur »Herstellung« des Futtersaftes im eigenen Organismus fressen. Der Futtersaft von Larven, die älter sind als drei Tage, enthält zwar Pollen, aber nur in unbedeutender Menge (HAYDAK 1970).

Bei vielen solitären Wildbienen kann die Pollenmenge in den Brutzellen geschlechtsabhängig sein. Oft sind die Männchen kleiner als ihre Weibchen und daher ist auch der eingetragene Larvenproviant geringer. Dieser wiegt z.B. bei der Mauerbiene *Osmia anthocopoides* durchschnittlich 84 mg (STRICKLER 1982). MADDOCKS & PAULUS (1987) fanden bei *Osmia cornuta* ein Pollen-Nektar-Gewicht von durchschnittlich 274,7 mg, bei *Osmia rufa* 187 mg. Ein Honigbienenvolk sammelt während einer Saison etwa 25–30 kg Pollen. Die Honigbienen passen die Menge des zu sammelnden Pollens den Bedürfnissen des Volkes an. Die jeweils vorhandene Brut bestimmt den Anteil der Pollensammlerinnen an den Flugbienen (FREE 1967). Die im Stock angekommene Sammelbiene streift ihre Höschen mit den Mittelbeinen von den Körbchen und läßt die Pollenladungen in die Tiefe einer Zelle fallen. Stockbienen übernehmen die weitere Verarbeitung. Ist die Zelle zu drei Vierteln gefüllt, wird sie mit einer Schicht Honig abgedichtet. In den Zellen macht der Pollen eine Milchsäuregärung durch, wodurch er seine Keimfähigkeit weitgehend verliert.

Dem Pollenvorrat werden bei manchen Bienen Drüsensekrete hinzugefügt. Möglicherweise hemmen sie die Verpilzung oder Keimung des Pollens (BATRA 1984, STANLEY & LINSKENS 1974:99).

Für Bienen toxische (giftige) Substanzen enthalten z.B. Pollen mancher Arten von Hahnenfuß (*Ranunculus*), Roßkastanie (*Aesculus californica*) und Rhododendron (*R. ponticum*). In Mitteleuropa sind zwar bei der Honigbiene, nicht aber bei Wildbienen Vergiftungen durch Pollen bekannt geworden.

Pollenladungen verschiedener Wildbienen (Aufnahmen mit Rasterelektronenmikroskop).

a) Hahnenfuß- (*Ranunculus*-)Typ in der Bauchbürste von *Chelostoma florissomne* (520 ×). b) Sonnenblumen- (*Helianthus*)Typ in der Tibia von *Tetralonia alticincta* (580 ×). c) Weiden- (*Salix*-)Typ in der Tibia von *Andrena vaga* (1300 ×). d) 5 × Natterkopf- (*Echium*-)Typ (kleinster Pollen), 1 × Kreuzblütler- (*Brassicaceae*-)Typ (Oberfläche genetzt), 1 × Löwenzahn (*Taraxacum*-)Typ (durchbrochene Stachelkugel), 11 × Flockenblumen- (*Centaurea jacea*-)Typ (warzig), 1 × unbekannter Typ in der Tibia von *Anthophora bimaculata* (1140 ×). e) Dol-denblütler- (*Apiaceae*-)Typ in der Tibia von *Andrena proxima* (2900 ×). f) Glockenblumen- (*Campanula*-)Typ im Metatarsus von *Melitta haemorrhoidalis* (1150 ×).

5.4 Pollensammeln

Bienen haben im Verlauf ihrer Stammesgeschichte nicht nur Anpassungen im Verhalten, sondern auch Werkzeuge, also morphologische Anpassungen im Körperbau, zum Pollensammeln entwickelt. Mit beidem wollen wir uns in den folgenden Abschnitten befassen, wobei die morphologischen Anpassungen zuerst behandelt werden.

Pollensammelnde Bienen wurden in der Vergangenheit unterteilt in Kropf-, Bauch- und Beinsammler, letztere noch einmal in Schenkel-, Schienen- und Fersensammler (vgl. BRAUE 1913). WESTERKAMP (1987), der sich jüngst mit dem Pollensammeln eingehend beschäftigt hat und dessen Darstellung ich auch aufgrund meiner eigenen Beobachtungen weitgehend folge, schreibt treffend: »Mit dieser Terminologie läßt man aber wichtige Anteile des Pollensammelns außer Betracht, gerade so, als würde man das Nachhausekommen mit einer gefüllten Einkaufstasche allein als »Einkaufen« bezeichnen«. Die traditionellen Bezeichnungen zielen eigentlich alle lediglich auf den Heimtransport ab. Tatsächlich umfaßt das Pollensammeln aber drei Tätigkeiten: die Pollenaufnahme oder das Pollenernten, das Umladen und den Transport in einem Pollenspeicher. Ein Blütenbesuch, der gezielt dem Pollengewinn dient, kann als primäres Pollensammeln bezeichnet werden. Wird nach einem Blütenbesuch, der anderen Zielen gewidmet war (z.B. Nektartrinken), an der Biene hängengebliebener Pollen beim Putzen nicht verworfen, sondern einbehalten, ist dies sekundäres Pollensammeln. Primäres überwiegt bei weitem sekundäres Pollensammeln.

5.4.1 Pollenaufnahme

Pollenaufnahme mit den Beinen

Normalerweise wird der Pollen mit den Vorderbeinen gewonnen. Häufig kommen auch die Mittel- und/oder die Hinterbeine zum Einsatz, z.B. bei manchen Scherenbienen (*Chelostoma*), Blattschneiderbienen (*Megachile*), Mauerbienen (*Osmia*) und vor allem bei Spiralhornbienen (*Systropha*). Ein Gebrauch der Mittelbeine findet sich regelmäßig bei Zottelbienen, z.B. bei *Panurgus calcaratus*. Bei ihnen nimmt nur jeweils das Mittelbein einer Körperseite Pollen auf, während die Zottelbiene auf der Seite liegend durch die Köpfchen von zungenblütigen Korbblütlern, z.B. Bitterkraut (*Picris*) oder Habichtskraut (*Hieracium*) hindurch robbt.

Pollenaufnahme mit den Mundwerkzeugen

Bienen der verschiedensten Gattungen streifen mit ihren Mandibeln (Oberkiefern) Pollen aus den Staubbeuteln heraus oder gewinnen ihn dort, wo er sekundär in der Blüte dargeboten wird, z.B. an der Griffelbürste von Glockenblumen (*Campanula*). WESTERKAMP beobachtete, wie die Sandbiene *Andrena fulva* mit den Mandibeln Pollen aus den Staubbeuteln der Pfingstrose (*Paeonia officinalis*)



Ein Weibchen der Maskenbiene *Hylaeus communis* in der Blüte des Violetten Natterkopfs (*Echium plantagineum*) bei der Pollenernte mit den Mandibeln.

erntete. Ich selbst beobachtete verschiedene Maskenbienen (*Hylaeus*), Sandbienen (*Andrena*) und Furchenbienen (*Lasioglossum*) regelmäßig bei der Pollenernte mit den Mandibeln, oft unter Zuhilfenahme der Vorderbeine. *Hylaeus communis* und *Lasioglossum nitidulum* z.B. flogen gezielt die weit aus der Kronröhre herausragenden Staubblätter des Natterkopfes (*Echium vulgare*) an, hängten sich an die Staubfäden und entnahmen den Pollen direkt



Zwei Weibchen der Furchenbiene *Lasioglossum nitidulum* in der Blüte der Großblütigen Königsgerke (*Verbascum densiflorum*) bei der Pollenernte mit den Mandibeln.

aus den Staubbeuteln. Bisweilen werden die Staubbeutel auch aufgelesen.

Über die Art und Weise, wie der Pollen von den adulten Wildbienen gefressen wird, ist wenig bekannt. Kleine Pollenkörner können beim Nektartrinken in den Kropf geraten (KÄPYLÄ 1978b:55f). Bei *Hylaeus*-Arten, die den Pollen im Kropf transportieren, findet sich auf der Innenseite der Galea ein Kamm, der den beim Pollensammeln benutzten Beinkämmen anderer Bienen ähnelt. Dieser Galea-Kamm dürfte demnach bei der Pollenernte beteiligt sein, denn pollenbefahene Teile jeweils eines Vorderbeins werden zwischen den inneren Mundteilen hindurchgezogen und vermutlich an dem Kamm abgestreift (DEMOLL 1908, JANDER 1976). Holzbiene (*Xylocopa*) streifen mit speziellen Pollenabnehmerkämmen, die beiderseits im Mundwinkel hinter den Mandibeln stehen, den Pollen von den Vorderbeinen ab, verschlucken ihn und transportieren ihn im Kropf nach Hause (SCHREMMER 1972a).

Aus engströmigen Blüten wird von verschiedensten Bienen der Pollen auch mit Hilfe des Rüssels gewonnen. Bei verschiedenen Mauerbienen (*Osmia*) finden sich auf ganz unterschiedlichen Teilen des Rüssels spezialisierte Haare, die zum Pollenernten, z. B. an Boretschgewächsen (Boraginaceae) dienen (PETERS 1974b). Bei der Pelzbiene *Anthophora acervorum* kann man regelmäßig einen Pollengewinn mit dem Rüssel an Lungenkraut (*Pulmonaria*) oder Kissen-Primel (*Primula juliae*) beobachten. Da hier gleichzeitig auch Nektar gesaugt wird, könnte man diese Art des Pollensammelns als sekundär bezeichnen. Bienen, die den Pollen gezielt mit den Mandibeln ernten, sind oft Pollendiebe, weil sie bei dieser Art der Pollenaufnahme meistens nicht mit der Narbe in Berührung kommen.

Pollenaufnahme mit dem Kopf

Weibchen der oligolektischen, auf Lippenblütler (Lamiaceae) spezialisierten Gattung *Rophites* (Schlürfbienen) tragen auf der Stirn mehr oder weniger nach vorn geneigte, stachelartige Haare. Die Zahl und Anordnung dieser Haare sind von Art zu Art verschieden. Wie ich mehrfach beobachten konnte, besuchen die Weibchen bestimmte kleinblütige Lippenblütler, an denen sie zuerst Nektar saugen. Dann kommen sie ein wenig aus der Blüte heraus und bringen gezielt den Kopf mit den Staubbeuteln in Berührung. Dabei wird der Pollen zwischen den Stirnhaaren abgelagert. Anschließend wird er mit den Vorderbeinen über die Mittelbeine in den Pollenspeicher der Hinterbeine umgelagert. Dieses Verhalten entdeckte ich bei *Rophites algirus* am Aufrechten Ziest (*Stachys recta*), bei *Rophites*

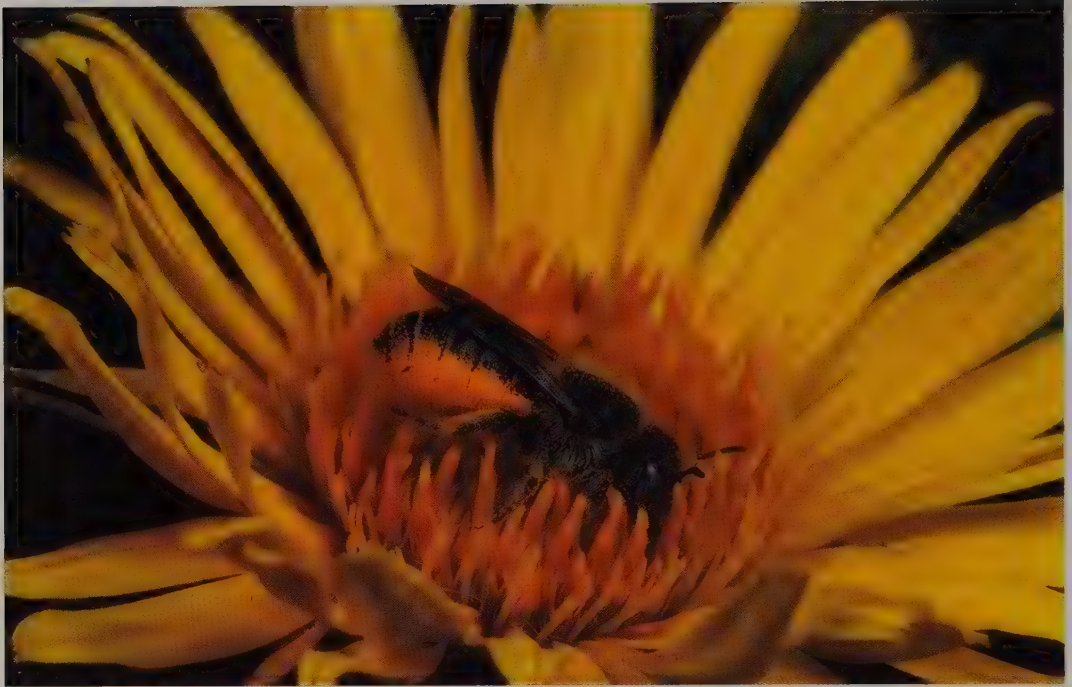


Ein Weibchen der Blattschneiderbiene *Megachile willughbiella* saugt während des Sammelfluges Nektar in der Blüte ihrer Pollenquelle, der Ampel-Glockenblume (*Campanula isophylla*). Beachte die mit dem violetten Pollen dieser *Campanula* reich gefüllte Bauchbürste und den in der Art der meisten *Megachile*-Arten nach oben gekrümmten Hinterleib.

quinquespinosus an der Schwarznessel (*Ballota nigra*). Weibchen der nahverwandten Gattung *Rhopitoides* tragen diese Stirnhaare nicht und sammeln Pollen an Schmetterlingsblütlern (Fabaceae). Eine ähnliche Methode der Pollenernte beobachteten WESTERKAMP und ich selbst bei der Wollbiene *Anthidium manicatum*. Die Weibchen rieben ihren normal behaarten Kopf gegen die Staubbeutel von Ziest- (*Stachys*-)Arten. Die Weibchen der Mauerbiene *Osmia cerinthidis* besitzen am Vorderkopf eine Art Körbchen: der Kopfschild weist eine glatte Fläche auf, die von zwei seitlichen, hornartigen Fortsätzen und einem Haarkranz oben und unten begrenzt ist. Mehrfach fand ich Tiere, bei denen dieses Kopfschild-Körbchen mit dem Pollen der Wachsblume (*Cerithe*) gefüllt war. Vermutlich wird in diesem Körbchen der Pollen der mit Streukegeln ausgestatteten *Cerithe*-Blüten zunächst aufgefangen und anschließend in die Bauchbürste (Transporteinrichtung) umgelagert.

Pollenaufnahme mit dem Hinterleib

Das Abdomen gliedert sich – entwicklungsgehistorisch bedingt – in das Propodeum (mit dem Thorax verwachsener rückseitiger Abfall des Vorderkörpers vor der »Wespen-Taille«) und das Metasoma (frei beweglicher Hinterleib). Bei der Familie Megachilidae tragen die Weibchen auf der Unter-



Die Mauerbiene *Osmia spinulosa* bei der Pollenernte auf dem Köpfchen des Schwert-Alants (*Inula ensifolia*).

seite des Metasomas, und zwar auf jedem Bauchsegment (Sternit) büstenartig angeordnete Haare, die in ihrer Gesamtheit als Bauchbürste (Ventralscopa) bezeichnet werden und die dem Pollentransport dienen. Die Beladung dieser Transporteinrichtung erfolgt bei bestimmten Arten und an bestimmten Blüten direkt mit Hilfe der Bauchbürste. Bei den folgenden Arten z. B. kann man regelmäßig beobachten, wie die Bauchbürste auf die pollentragenden Skulpturen regelrecht aufgetupft wird: bei der Löcherbiene *Heriades truncorum* am Rainfarn (*Tanacetum vulgare*), der Mauerbiene *Osmia spinulosa* am Weiden-Alant (*Inula salicina*) und bei der Scherenbiene *Chelostoma florissomme* am Scharfen Hahnenfuß (*Ranunculus acris*). Die Blattschneiderbiene *Megachile willughbiella* bürstet in Glockenblumen (*Campanula*) im Rückwärtsgang den Pollen aus der Griffelbürste in ihre Bauchbürste (WESTERKAMP 1978).

Auch die Oberseite des Hinterleibs kann der Pollenernte dienen. So beobachtete ich die Wollbiene *Anthidium manicatum* am Muskateller-Salbei (*Salvia sclarea*), wie sie dessen Schlagbaummechanismus durch Hineinkriechen in die Blüte nur soweit in Gang setzte, bis die Staubblätter aus der Oberlippe herauskamen. Dann hob sie ihren Hinterleib und rieb dessen Oberseite an den Staubbeuteln, bepuderte sich so mit dem Pollen, der anschließend abge-

kämmt und in die Bauchbürste verbracht wurde. WESTERKAMP machte die gleiche Beobachtung am Klebrigen Salbei (*Salvia glutinosa*). In diesen beiden Fällen handelt es sich im übrigen zweifelsfrei um Pollendiebstahl.

Pollenaufnahme mit der ganzen Körperoberfläche

Beim Mohn, bei Rosen oder Korbblütlern kann man immer wieder Hummeln und andere Bienen beobachten, wie sie sich in den pollenreichen Blüten wälzen und dadurch allseits mit Blütenstaub einpudern.

5.4.2 Umlagerung in den Transportspeicher

Die Pollenumlagerung entspricht in der Art ihrer Bewegungen dem Putzen. THORP (1979) hat den Pollentransport vom Aufnahmeorgan zum Pollenspeicher beschrieben. Die Vorderbeine übernehmen die Reinigung von Kopf und Mundwerkzeugen, bei den Pelzbienen (*Anthophora*) auch die des Thoraxrückens. Die Mittelbeine putzen in einer Bewegung von hinten nach vorn den Thoraxrücken und übergeben den Pollen in die Transportbehahrung der Hinterbeine. Bei Holzbienen (*Xylocopa*) wird der Pollen vom Rücken mit dem Mittelbein

abgestreift und an das Vorderbein und von da zum Mund übergeben (SCHREMMER 1972a). Bei Honigbienen und Hummeln wird die Umlagerung »Höseln« genannt. An diesem Vorgang sind alle drei Beinpaare, der Rüssel und die Mundwerkzeuge beteiligt. Die beiden vorderen Beinpaare bürsten den Pollen von Kopf und Thorax und geben ihn mit Nektar angefeuchtet an das dritte Beinpaar weiter. Die Mittelbeine werden dabei durch die Fersenbürstchen der parallel gestellten Hinterbeine gezogen. Der Pollen wird durch parallele Bewegung mit dem Pollenkamm des einen Hinterbeines aus dem Bürstchen des anderen herausgekämmt. Die so abgestreifte Pollenmasse liegt auf dem Pollenkamm außen am unteren Ende der Hinterschiene. Sie wird nun vom Pollenschieber nach oben geschoben und gelangt in das Körbchen an der Außenseite der Hinterschiene. Dort wird sie von einem Kranz steifer, nach innen gebogener Haare festgehalten. Das Höschchen wächst während des Sammelfluges schubweise, wobei der zuletzt gesammelte Pollen immer unten angefügt wird.

Bei Sandbienen (*Andrena*) übernehmen die Mittelbeine auch die Befüllung der Propodeum-Körbchen. Manche Megachilidae, z.B. *Osmia*, *Megachile*, ziehen die Mittelbeine durch die aneinandergelegten Fersen (Basitarsen) der Hinterbeine, von denen der Pollen dann in die Bauchbürste abgestreift wird. Während die meisten Bienen den Pollen trocken umlagern und transportieren, gibt es auch sogenannte Feuchtsammler, die ihr Sammelgut beim Einspeichern befeuchten. Am häufigsten wird Nektar (und körpereigene Sekrete?) als »Klebstoff« verwendet, wobei die Zuckermenge bei der Honigbiene bis zu 30% des Ladungsgewichtes betragen kann. Folgende mitteleuropäische Bienen sind Nektar-Feuchtsammler: Einige Sandbienen (*Andrena*), z.B. *A. lathyri* und verwandte Arten; Schwebebienen (*Melitturga*); alle Sägehornbienen (*Melitta*); Langhornbienen (*Eucera*); manche Pelzbienen (*Anthophora*), z.B. *A. furcata*; alle Hummeln (*Bombus*); Honigbiene (*Apis mellifera*). Bei den Schenkelbienen (*Macropis*) wird fettes Öl von Gilbweiderich- (*Lysimachia*-)Arten mit Pollen vermischt als »feuchter« Brei eingetragen.

5.4.3 Transportspeicher für den Heimtransport

Im Körper: Kropfsammler

Der Pollentransport im Körper der Biene kann als ursprüngliches Merkmal angesehen werden. Er ist in Mitteleuropa vor allem für die Maskenbienen

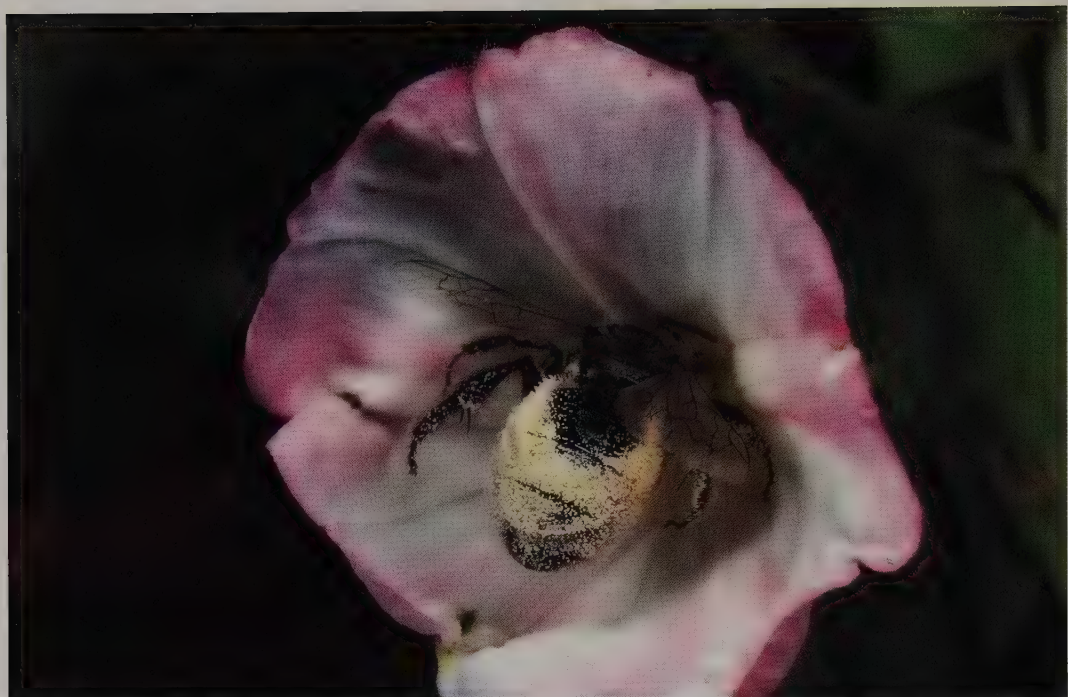
(*Hylaeus*) charakteristisch. Im Nest wird der Pollen zusammen mit dem Nektar aus dem Kropf wieder erbrochen. Außer von *Hylaeus* wird verschiedentlich auch von den höher entwickelten Keulhornbienen (*Ceratina*) (JANDER 1976:192) und Holzbienen (*Xylocopa*) (SCHREMMER 1972a) berichtet, sie seien überwiegend Kropfsammler. Ich bin geneigt, diesen beiden Autoren recht zu geben. Bei meinen Untersuchungen der Pollenladungen von Wildbienen konnte ich in den Sammlungen keine Weibchen dieser Gattungen mit ausgeprägten Pollenladungen an den Hinterbeinen finden. SCHREMMER machte die gleiche Feststellung.

Außerhalb des Körpers

Am Bienenkörper lassen sich grob zwei Typen von Behaarungen unterscheiden, die der Pollenspeicherung dienen: Bürsten aus mehr oder weniger dicht stehenden, oft mehr oder weniger verzweigten Haaren, die sogenannten Scopae (Einzahl: die Scopa), und leicht vertiefte, unbehaarte Flächen, die von mehr oder weniger langen Haaren umstanden sind, die Körbchen oder Corbiculae (Einzahl: die Corbícula). Eine Beziehung zwischen der Feinstruktur der Haare und dem gesammelten Pollen läßt sich teilweise herstellen, sie trifft aber keineswegs für alle Wildbienen zu. Feuchtsammler speichern den Pollen in Corbiculae oder in Scopae mit spitzen, spießförmigen, kräftigen Borsten. Für kleine, trockene Pollenkörner, z.B. der Weiden (*Salix*), sind Scopae aus stark verzweigten, dicht stehenden Haaren besonders geeignet. Sehr große Pollenkörner, z.B. der Malvengewächse (Malvaceae) lassen sich besser in langen, verzweigten, locker stehenden Haaren unterbringen. Ein anschauliches Beispiel hierfür ist die Langhornbiene *Tetralonia macroglossa*. Auch die »Klebrigkeit« des Pollens spielt eine Rolle und kann sowohl durch Pollenkitt als auch durch Elektrostatik bedingt sein. Die Skulptur der Exine (z.B. Stacheln) trägt vor allem auch dazu bei, den Pollen trocken transportieren zu können. Nektar und Öl als »sekundäre« Klebstoffe wurden bereits erwähnt.

Transporteinrichtungen der Hinterbeine

Die Hinterbeine der Bienen gliedern sich von innen nach außen in Coxa (Hüfte), Trochanter (Schenkelring), Femur (Schenkel), Tibia (Schiene), Tarsus (Fuß) mit seinem Basalglied, dem Basitarsus oder Metatarsus (Ferse). Bei vielen Bienen ist die einfach behaarte Coxa am Pollentransport beteiligt, so z.B. bei Zottelbienen (*Panurgus*) und Sandbienen (*Andrena*) (BRAUE 1913, PASTEELS & PASTEELS 1979). Der Trochanter trägt bei vielen Arten, v. a. bei Sandbienen (*Andrena*) eine auffällige Haarlocke (»Floc-



Die Spiralhornbiene *Systropha planidens* belädt zum Heimtransport die nahezu gesamte Oberseite ihres Hinterleibes mit dem weißen Pollen der Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*).

culus«), die zusammen mit einer unbehaarten Fläche auf der Unterseite des Femurs ein Trochanter-Femur-Körbchen bildet. Ein auf den Femur beschränktes Körbchen findet sich bei den Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*). Bei vielen Arten besitzt die Tibia eine sogenannte Schienenbürste, die oft eine artspezifische Färbung aufweist und daher auch ein Bestimmungsmerkmal darstellt. Diese Bürste setzt sich oft mit ähnlichen Transporthaaren auf dem stark vergrößerten Basitarsus fort, z. B. bei Pelzbienen (*Anthophora*), Langhornbienen (*Eucera*, *Tetralonia*), Sägehornbienen (*Melitta*), Schenkelbienen (*Macropis*) und – besonders ausgeprägt – Hosenbienen (*Dasypoda*). Hummeln und Honigbiene tragen den Pollen ausschließlich auf der Tibia heim, der Pollenspeicher ist bei ihnen also auf ein einziges Beinglied beschränkt. Sie tragen auf der Außenseite der Schiene ein sehr charakteristisches Körbchen aus einer unbehaarten und glatten Fläche, die von kräftigen, borstenförmigen Haaren umstanden ist.

Transporteinrichtungen des Propodeums

Der rückseitige Abfall des Vorderkörpers, das sogenannte Propodeum, trägt vor allem bei vielen Sandbienen (*Andrena*) auf jeder Seite eine charakteristi-

sche Locke aus stark gefiederten Haaren. Diese Haarlocke überdeckt eine darunter liegende, unbehaarte Fläche, so daß wir auch hier eine Art Körbchen vor uns haben.

Transporteinrichtungen des Metasomas

Kennzeichnend für die Wollbienen (*Anthidium*), Löcherbienen (*Heriades*), Scherenbienen (*Chelostoma*), Mauerbienen (*Osmia*) sowie Blattschneider- und Mörtelbienen (*Megachile*), gemeinhin als »Bauchsammler« bezeichnet, ist eine büstenartige Behaarung auf den Bauchsegmenten (Sterniten) des Hinterleibs, die sogenannte Bauchbürste (Ventralscopa). Die hiermit transportierte Pollenmenge kann erheblich sein.

Aber auch Bienen anderer Gattungen benutzen das Metasoma zum Pollentransport. Bei den Spiralhornbienen (*Systropha*) wird fast die gesamte, behaarte Oberseite des Hinterleibs (Tergite) mit den relativ großen Pollenkörnern von Winden (*Convolvulus*) beladen. Aber auch bei »typischen Beinsammlern« wird der Hinterleib als Transportmittel benutzt. Dies ist vor allem bei vielen Furchenbienen (*Lasioglossum*) zu beobachten.

Eine strenge Fixierung auf einen Typ von Transportspeicher findet man eigentlich nur bei den Me-

gachilidae und den Apidae. Bei den meisten der übrigen Bienen sind mehrere der beschriebenen Speicher gleichzeitig am Pollentransport beteiligt. Die Speicher werden allerdings nicht willkürlich befüllt, sondern stets in einer bestimmten Art und Weise und Reihenfolge.

5.5 Pollensammelverhalten

5.5.1 Begriffe

Für die Beschreibung der Enge oder Weite der Beziehungen zwischen Blüten und ihren Besuchern wurden in den vergangenen Jahrzehnten eine ganze Reihe von Wortkombinationen mit ganz unterschiedlichen Bedeutungen verwendet. Ihnen liegen folgende griechische (gr.) oder lateinische (lat.) Wortstämme zugrunde: gr. monos einzig, allein; gr. oligos wenig; gr. polys viel; lat. legere sammeln; gr. phagein fressen; gr. tropein sich zuwenden; gr. tropein sich ernähren; gr. stenos eng; gr. eurys breit; gr. to anthos die Blume.

LOEW (1884:256) unterschied aufgrund seiner »Beobachtungen über den Blumenbesuch von Insekten an Freilandpflanzen des Botanischen Gartens zu Berlin« »oligotrope« und »polytrope« Bienenarten, je nachdem, ob sie einen »Blumentyp« oder mehrere Blumentypen besuchten und bestäubten. Der Amerikaner ROBERTSON (1925) beschränkte sich auf das Pollensammeln der Bienen und prägte für die unterschiedlichen Bevorzugungen die Begriffe »monolectic«, »oligolectic« und »polylectic«. Nach ihm bezeichnet oligolektisch »a bee collecting pollen from a species, genus or family, where the relationship of the flowers seems to determine the preference«. Für Blütenbesuche, bei denen nicht zwischen Nektarsaugen und Pollensammeln unterschieden wird, werden nach wie vor in der angelsächsischen Literatur die Begriffe »oligophagous« und »oligotroph(h)ic« bzw. »polyphagous« und »polytrop(h)ic« benutzt (u. a. BAKER & HURD 1968:403, EICKWORT & GINSBERG 1980:422f, FAEGRI & VAN DER PIJL 1979). ALFKEN (1935) sowie HAMANN & KOLLER (1956) verwenden dementsprechend die Bezeichnungen »oligotrop« und »polytrop«. Von STOECKHERT (1933) werden in seiner »Bienenfauna von Franken« die Begriffe »monophag« (eine Pflanzenart bevorzugend), »stenophag« (wenige Pflanzenarten bevorzugend) und »eurypag« (keine Bevorzugung) gebraucht, von HAESELER (1972), WESTRICH (1980) und KRATOCHWIL (1983, 1984) die Bezeichnungen »monanth«, »stenanth« und »euryanth«.

Bei KRATOCHWIL sind gelegentlich auch die Begriffe »oligophag« und »oligolektisch« bzw. »polyphag« und »polylektisch« zu finden.

5.5.2 Literaturangaben zum Blütenbesuchverhalten

Im Zusammenhang mit den bestäubungsbiologischen Untersuchungen des 19. Jahrhunderts entstanden immer länger werdende Listen von Pflanzen und der sie besuchenden Insekten. KNUTH (1898–1905) faßte in seinem Handbuch der Blütenbiologie die damals vorliegenden Beobachtungen über blütenbesuchende Tiere, vor allem Käfer, Zweiflügler, Schmetterlinge und Hautflügler zusammen. In diesem heute noch benutzten Werk finden sich auch Angaben über das Verhalten von Wildbienen in den Blüten (z. B. »pollensammelnd«, »nektarsaugend«). In der Literatur sind unter den Begriffen »Blütenbesuch«, »Futterpflanzen« oder »Anflugpflanzen« in der Regel aber alle möglichen Beobachtungen ohne nähere Differenzierung zusammengefaßt. Darauf weist bereits KÄPYLÄ (1978b) hin. So wird meist nicht zwischen Männchen und Weibchen und bei den Weibchen nicht zwischen Nektarbesuchen zur Eigenversorgung und Pollensammeln für die Brut unterschieden. Dies hat bis in die jüngste Zeit zu Fehlinterpretationen blütenökologischer Beziehungen geführt. Aus demselben Grund sind aus der Literatur Spezialisierungen (Oligolektie) oft nicht zu erkennen, obwohl die spezifischen Pollenquellen in der Liste der besuchten Pflanzenarten meist mit aufgeführt sind. Beispiele für solche Fehleinschätzungen und undifferenzierte Blütenbesuchangaben nennen WESTRICH & SCHMIDT (1987).

Wenn bei oligolektischen Arten außer den spezifischen Pollenquellen von den Autoren weitere Pflanzenarten genannt werden, so dürften wohl meist Blütenbesuche zur Eigenversorgung mit Nektar beobachtet worden sein. Blütenbesuche von Männchen sind zur Ermittlung von Spezialisierungen nicht oder nur sehr bedingt tauglich, da die Männchen oligolektischer Arten mehr oder weniger oft auch an solchen Blüten Nektar saugen, die von den Weibchen nie zum Pollensammeln aufgesucht werden. Bei Weibchen sind gravierende Fehleinschätzungen vor allem dann möglich, wenn sie pollenbeladen an Blüten angetroffen werden. Eine exakte Beobachtung des Blütenbesuchsverhaltens läßt aber in den meisten Fällen eine Unterscheidung zwischen Pollensammeln und reinem Nektarerwerb zu. (Im Zweifelsfall bediene man sich der Pollenanalyse.)

Denn auch Weibchen oligolektischer Arten können auf ihrem Pollensammelflug untypische Nektarquellen (z. B. auf dem Heimweg) aufsuchen.

So fand BRAUN (1985) bei einem Weibchen der Sandbiene *Andrena proxima*, das von ihm auf Grünem Pippau (*Crepis capillaris*) (Asteraceae) gefangen wurde, nur Pollen von Giersch (*Aegopodium podagraria*) und Wiesen-Bärenklau (*Heracleum sphondylium*), zwei Vertretern der Pflanzenfamilie Apiaceae, auf die diese Bienenart spezialisiert ist. Ein Weibchen der Sandbiene *Andrena lathyri*, von BRAUN am Kleinen Klappertopf (*Rhinanthus minor*) (Scrophulariaceae) gefangen, trug nur Pollen der Zaunwicke (*Vicia sepium*), also eines Vertreters einer der beiden Fabaceen-Gattungen, auf die diese Bienenart spezialisiert ist. Mir lag ein Weibchen der Sandbiene *Andrena lagopus* vor, das mit einer reichen Pollenladung auf dem Wiesen-Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) (Asteraceae) gefangen worden war. Von dieser Korbblütler-Art war kein einziges Pollenkorn in der Ladung nachweisbar, sondern ausschließlich Pollen von Kreuzblütlern (Brassicaceae), den typischen Pollenquellen dieser Bienenart. Zahlreiche weitere Beispiele ähnlicher Art ließen sich hier noch anfügen.

5.5.3 Oligolektie

Pollen bildet den essentiellen Bestandteil der Larvennahrung von Wildbienen. Schon seit langer Zeit ist bekannt, daß manche Bienenarten beim Pollensammeln die Blüten vergleichsweise weniger und immer wieder derselben Pflanzenarten besuchen, während ihr Blütenspektrum beim Nektarerwerb wesentlich weiter ist. Bereits 1925 hat sich ROBERTSON mit diesem Phänomen befaßt und die oben genannten Begriffe für das Pollensammelverhalten geschaffen. Die Amerikaner LINSLEY & MACSWAIN haben sich erneut eingehend mit dem Pollensammelverhalten beschäftigt und 1957 eine dem damaligen Kenntnisstand angepaßte Definition des Begriffes oligolektisch gegeben, der ich mich im wesentlichen anschließe. Danach werden die Arten als oligolektisch bezeichnet, deren »sämtliche Weibchen im gesamten Verbreitungsgebiet auch beim Vorhandensein anderer Pollenquellen ausschließlich Pollen einer Pflanzenart oder nah verwandter Pflanzenarten sammeln«. Da sich die Spezialisierung immer auf das Pollensammeln bezieht, können wir bei oligolektischen Bienen auch von Pollenspezialisten sprechen. Die Oligolektie ist im Normalfall auf Arten einer oder mehrerer Pflanzengattungen oder auf eine Pflanzenfamilie beschränkt. Polylekti-

sche Arten verhalten sich gegenteilig, zeigen beim Pollensammeln also keine Bindung an bestimmte, nah verwandte Pflanzenarten.

Oligolektische Arten finden wir in Mitteleuropa in folgenden 21 Bienengattungen: *Hylaeus*, *Colletes*, *Panurgus*, *Melitturga*, *Andrena*, *Rophites*, *Rhopitoides*, *Dufourea*, *Systropha*, *Melitta*, *Dasypoda*, *Macropis*, *Trachusa*, *Anthidium*, *Heriades*, *Chelostoma*, *Osmia*, *Megachile*, *Anthophora*, *Eucera*, *Tetralonia*. Von den rund 380 nestbauenden Bienenarten der Bundesrepublik Deutschland sind 116 (ca. 30%) oligolektisch. In Mitteleuropa gibt es Beziehungen oligolektischer Bienenarten zu insgesamt 23 Pflanzenfamilien, die nachfolgend aufgeführt sind, wobei die Pflanzengattungen, auf die sich innerhalb der jeweiligen Familie noch engere Spezialisierungen beziehen, in Klammern genannt sind: Apiaceae, Asteraceae, Boraginaceae (*Anchusa*, *Cerinthe*, *Echium*, *Symphytum*), Brassicaceae, Campanulaceae (*Campanula*, *Jasione*), Cistaceae (*Helianthemum*), Convolvulaceae (*Convolvulus*), Cucurbitaceae (*Bryonia*), Dipsacaceae (*Knautia*, *Scabiosa*, *Succisa*), Ericaceae (*Vaccinium*), Fabaceae (*Vicia*, *Lathyrus*, *Chamaecytisus*), Lamiaceae, Liliaceae (*Allium*), Linaceae (*Linum*), Lythraceae (*Lythrum*), Malvaceae, Onagraceae (*Epilobium*), Primulaceae (*Lysimachia*), Ranunculaceae (*Ranunculus*), Resedaceae (*Reseda*), Rosaceae (*Potentilla*), Salicaceae (*Salix*), Scrophulariaceae (*Veronica*, *Odontites*). (In Kap. 5.8 sind bei der Besprechung der Pflanzenfamilien die jeweiligen Spezialisten aufgeführt.)

Die überwiegende Zahl der oligolektischen Arten sind an Nektarblumen (!) oligolektisch. Es gibt aber auch solche Bienenarten, die auf reine Pollenblumen spezialisiert sind. In Mitteleuropa ist dies die Sandbiene *Andrena granulosa*, die auf *Helianthemum* (Sonnenröschen) spezialisiert ist, das nektarlos ist. Zum Nektarerwerb muß diese Bienenart andere Pflanzenarten besuchen. In den Pollenladungen konnte ich neben dem »typischen« Pollen mehrfach einen kleinen Anteil Pollen von *Dianthus* (Nelken) nachweisen, möglicherweise die vor dem Fang besuchte Nektarquelle der Art.

Oligolektie bedeutet nicht, daß alle Arten der jeweiligen Verwandtschaftskreise, auf die sich die Spezialisierung bezieht, als Pollenquellen genutzt werden. *Andrena lathyri* z. B. sammelt in einem gemischten und reichlichen Bestand von *Vicia sepium* und *Vicia sativa* nur an der ersten Art Pollen. *Osmia brevicornis* besucht bei einem reichen Angebot verschiedenster Brassicaceen bevorzugt Arten der Gattungen *Erysimum*, *Brassica*, *Lunaria* und *Hesperis*, also großblütige Cruciferen, während kleinblütige Arten wie *Alyssum montanum* oder *Alyssum saxatile*

nicht genutzt werden: *Osmia adunca* beachtet das relativ kleinblütige *Echium italicum* bei gleichzeitiger Blüte von *Echium vulgare* und *Echium plantaginum* als Pollenquelle nicht, während die beiden anderen Arten ausgiebig besammelt werden. Die Bevorzugung bestimmter Arten mag mit der leichteren Handhabung (»handling«) und/oder der größeren Pollenergiebigkeit zusammenhängen.

Bei einigen oligolektischen Arten scheint außerdem eine begrenzte Plastizität beim Pollensammeln zu bestehen, die allerdings nur bei einzelnen Weibchen und nur dann erkennbar ist, wenn die bevorzugte(n) Pollenquelle(n) durch natürliche oder menschliche Einwirkungen ausfallen. In einer solchen Stresssituation weichen Weibchen auf andere, untypische Pollenquellen aus. In allen Fällen kehren die Bienen sofort zu ihren normalen Pollenquellen zurück, sobald diese wieder verfügbar sind (MICHER & RETTENMEYER 1956, THORP 1969). Ein Weibchen von *Andrena hattorfiana* wich nach der Mahd von *Knautia arvensis* (Dipsacaceae) auf *Picris hieracioides* (Asteraceae) und *Dianthus carthusianorum* (Caryophyllaceae) aus. Ein Weibchen von *Andrena viridescens* sammelte nicht nur auf *Veronica chamaedrys* (Scrophulariaceae), sondern auch auf *Taraxacum officinale* (Asteraceae) und einem Kreuzblütler (Brassicaceae) (BRAUN 1985). Zwei Weibchen von *Tetralonia salicariae* wechselten beim Fehlen von *Lythrum salicaria* (Lythraceae) auf *Melilotus alba* (Fabaceae) über (Schmidt mündl. Mitt., eigene Beobachtungen). Wieviel »falscher« Pollen gesammelt und als Larvenfutter verwendet wird, ist aber in keinem Fall bekannt. Die Bindung an bestimmte Pollenquellen kann aber auch so stark sein, daß die Verproviantierung der Brutzellen hinausgezögert oder sogar ganz eingestellt wird, wenn die Pollenquellen noch nicht blühen oder (im Experiment) entfernt werden (BOHART & YOUSSEF 1976, EICKWORT 1973, STRICKLER 1979).

Daß die oligolektischen Bienenarten ohne ihre Nahrungspflanzen nicht existieren können, darauf lassen auch alle Feldbeobachtungen und faunistisch-floristischen Kartierungen schließen: überall dort, wo die spezifischen Nahrungspflanzen nicht vorkommen, fehlen auch die entsprechenden oligolektischen Bienenarten und dies selbst dann, wenn genügend potentielle Pollenquellen und günstige Nistplätze vorhanden sind.

Wie erkennen die oligolektischen Arten ihre Futterpflanzen? Hier muß zwischen optischen und olfaktorischen (geruchlichen) Effekten unterschieden werden. Zur Orientierung dürften sie – wie polylektische Bienen auch – Form, Farbe (inclusive UV) und Muster der Blüten benutzen. Auch der Duft der



Brutzelle der streng oligolektischen Mauerbiene *Osmia adunca*. Der Larvenproviant enthält ausschließlich Pollen des Natterkopfs (*Echium*), der trocken hell bläulich-grau ist, durch Zugabe von Nektar (und Sekreten?) aber eine dunkelvioletten Färbung annimmt.

Blütenblätter trägt ebenfalls mit zur Erkennung bei. Die Weibchen (und Männchen) von *Andrena florea* z.B. erkennen ebenso gut die weiblichen, pollenfreien Blüten der zweihäusigen *Bryonia dioica* (Zaunrübe), obwohl sie für die Brutversorgung ganz von männlichen Blüten abhängen. Die Pollenfarbe scheint bei Bienen keine Rolle zu spielen. Auf *Campanula* (Glockenblumen) spezialisierte Sandbienen (z.B. *Andrena curvungula*) oder Scherenbienen (z.B. *Chelostoma fuliginosum*) unterscheiden nicht zwischen weißem, violetter oder rötlichem Pollen der einzelnen *Campanula*-Arten, teils wird er gemischt in die Brutzellen eingetragen.

Eine entscheidende Rolle dürfte aber der Pollenduft spielen. Honigbienen können den Pollen aufgrund attraktiver Komponenten im Pollenkitt riechen. Auch bei polylektischen Wildbienen dürften ähnliche Verhältnisse vorliegen. Bei oligolektischen Wildbienen vermutet LINSLEY (1958:264) den Pollen in der Larvennahrung als Quelle der Information, d.h. die Larven werden auf einen bestimmten Pollenduft geprägt. Dies ist jedoch nach Meinung von Eickwort (mündl. Mitt.) und aufgrund meiner eigenen Fütterungsversuche sehr unwahrscheinlich. DOBSON (1984a, 1984b, 1985, 1987) konnte zeigen, daß ganze Blüten, Pollen und Pollenkitt die jeweils gleiche Wirkung auf Bienen hatten. Je näher die von ihr untersuchten Pflanzenarten miteinander verwandt waren, desto ähnlicher war die Zusammensetzung der Lipide (Fette) des Pollenkitts. Dies ist insofern hoch interessant, als sich die Oligolektie oft auf dem Niveau einer Pflanzengattung abspielt. Pollenkitt scheint somit eine Funktion als Lockstoff zu

besitzen. Schließlich fehlt er bei den Gymnospermen (nachtsamigen Pflanzen), die größtenteils windblütig sind, durchweg (HESSE 1984).

Oligolektische Bienenarten sind in ariden Gebieten mit mediterranem Klima und kurzer Bienenaison mit höchsten Anteilen vertreten (MICHENER 1979:278). Dies kann bedeuten, daß teilweise mehrere (4–10) Arten der gleichen Bienengattung am gleichen Ort auf die gleiche Pflanzenart spezialisiert sind (MOLDENKE 1976:166). Dagegen finden sich in den feuchten Tropen mit ihrer fehlenden Saisonalität die höchsten Zahlen sozialer Arten und der geringste Anteil (1–2 %) oligolektischer Bienen (MICHENER 1979:293). Die gemäßigten Breiten scheinen eine Mittelstellung einzunehmen. Von den nestbauenden Bienen der Bundesrepublik Deutschland sind rund 30 % Spezialisten.

In der Regel sind die Blühzeiten der spezifischen Pollenquellen mit den Flugzeiten der entsprechenden oligolektischen Arten synchronisiert, die daher meist nur eine Generation besitzen. In unseren Breiten könnten als Beispiele hierfür die Arten angeführt werden, die an *Salix* (Weide), *Echium* (Natterkopf) oder *Bryonia* (Zaunrübe) oligolektisch sind. Andererseits gibt es einige oligolektische Arten, die zwei oder mehr Generationen haben (ROZEN 1958, BOHART & YOUSSEF 1976). Solche Arten waren bisher nur aus Nordamerika bekannt. 1987 schlüpfen aus einem Mitte Juni zur Beginn der Blühzeit von *Reseda lutea* angelegten Nest der auf *Reseda* spezialisierten Maskenbiene *Hylaeus signatus* vier Männchen noch im gleichen Jahr und zwar Ende Juli. Zur Schlüpfzeit war *Reseda lutea* immer noch in Blüte. Für andere Bienenarten, die ebenfalls lang blühende Pflanzenarten oder nahverwandte Pflanzenarten mit langer Blühzeitfolge als Pollenquellen nutzen (Familien-Spezialisten), ist eine zumindest partielle zweite Generation nicht auszuschließen.

Die ökologischen Faktoren, die Oligolektie begünstigen, liegen nach wie vor weitgehend im Dunkeln. Es hat den Anschein, daß Trockengebiete die Entstehung von Oligolektie begünstigen, da z. B. in Steppen Hunderte von Bienenarten leben und sich durch die Flugzeitenüberlappung eine zwischenartliche Nahrungskonkurrenz ergeben könnte. Nach MICHENER (1979) ist der Prozentsatz oligolektischer Arten um so höher, je mehr Bienenarten gleichzeitig fliegen. Die begrenzten Pollenressourcen könnten also durch Spezialisierung verteilt worden sein. Die Oligolektie könnte demnach als eine Strategie zur Vermeidung von Nahrungskonkurrenz interpretiert werden. Diese Ansicht hat bereits ROBERTSON (1925) vertreten. Es zeigte sich auch, daß Pollenspezialisten sehr effizient im schnellen Auffinden ihrer

Pollenquellen sind. In struktur- und artenreichen Lebensräumen ist die schnelle Lokalisierung der Ressourcen zweifellos von Vorteil. Die Spezialisten können ihre Nahrungspflanzen so z. B. bereits zu dem Zeitpunkt als Pollenquelle nutzen, wenn die Blüten sich gerade öffnen und die Antheren noch die volle Pollenmenge enthalten. Diesen Vorstellungen können auf der anderen Seite aber verschiedene Beobachtungen entgegengesetzt werden, nach denen jeweils eine Vielzahl von Bienenarten oligolektisch in Bezug auf dieselben Pollenquellen sind. CANE & EICKWORT (in Vorber.) messen daher der Konkurrenz kaum eine Bedeutung für die Oligolektie zu. Vermutlich hat die effektivere Ausbeutung (»handling«) von Blüten durch oligolektische Bienen eine größere Bedeutung (vgl. STRICKLER 1979, 1982). Oligolektische Arten können in ihren Wirten schneller die für eine Brutzelle nötige Pollenmenge ernten, als es polylektische Arten an den gleichen Pflanzen vermögen. Die Spezialisten halten sich wesentlich kürzer in der Blüte auf als die Generalisten, weil sie die Blüten ihrer Wirtspflanzen besser »kennen«.

Phylogenetische Analysen legen den Schluß nahe, daß die Oligolektie ursprünglich ist, was auch CANE & EICKWORT (in Vorber.), KRATOCHWIL (1984) und WESTERKAMP (1987) annehmen. Generalisten, also polylektische Arten, haben Spezialisten, also oligolektische Arten, als Vorfahren. Die primitivsten Glieder der meisten Bienenfamilien sind oligolektisch. Bei den Halictidae sind die Dufoureae die Schwestergruppe des Rests der Familie (MICHENER 1979, EICKWORT et al. 1986) und enthalten fast ausschließlich oligolektische Arten. Das Vorherrschen der Polylektie in den Halictinae könnte daher ein abgeleitetes Merkmal sein. Bei den Andrenidae sind die Panurginae als primitivste Unterfamilie und die primitiven Gattungen der Andreninae überwiegend oligolektisch, was den Schluß nahe legt, daß Polylektie sich sekundär bei den Andreninae entwickelt hat. Außerdem sind die Ctenoplectridae und Melittidae als mögliche Ausgangsgruppen der Bienen die Familien mit dem höchsten Prozentsatz an oligolektischen Arten überhaupt (MICHENER & GREENBERG 1980, MICHENER 1981).

Demnach hat sich die frühe Evolution der Bienen unter lauter oligolektischen Bienen abgespielt. Die Evolution der Polylektie erwies sich als erfolgreich, so daß wir heute als Ergebnis einen prozentual höheren Anteil polylektischer Bienen in den meisten terrestrischen Ökosystemen vorfinden. Dem steht die Ansicht von MOLDENKE (1979) gegenüber, nach dem die Evolutionsrichtung von polylektisch nach oligolektisch verläuft. Es erscheint tatsächlich nicht

unmöglich, daß sich sekundär aus polylektischen Arten wieder oligolektische entwickeln, ebenso wie die bekannten oligolektischen Arten wiederum oligolektische Vorfahren haben können. Auf jeden Fall hat sich Oligolektie bei mehreren Bienengattungen in verschiedenen Bienenfamilien aus Polylektie entwickelt. Oligolektische *Hemihalictus* und *Sphecodogastra* im *Lasioglossum*-Komplex der Halictinae haben sich zweifellos unabhängig aus polylektischen Vorfahren entwickelt (CANE & EICKWORTH in Vorber.).

Die Bienevolution kann man sich daher in etwa folgendermaßen vorstellen: Die frühe Evolution der Bienen spielte sich zwischen Bienen ab, die auf bestimmte Pollenquellen spezialisiert waren. Dies hatte die Colletidae, Halictidae, Andrenidae, Melitidae, Ctenoplectridae, Megachilidae und Anthophoridae zum Ergebnis. Die Evolution der Polylektie innerhalb vieler dieser Familien resultierte in weit verbreiteten, erfolgreichen Entwicklungsreihen, die heute die Mehrheit der Bienen in den meisten Lebensräumen kennzeichnen. Sie schließen die Andreninae, Hylaeinae, Halictinae und Xylocopinae ein, wobei sich aus letzteren die polylektischen Apidae entwickelten. Sekundär entstand Oligolektie auch aus Polylektie in einigen dieser Gruppen (z. B. Andreninae und Halictinae).

Für die Entstehung der rezenten oligolektischen Bienenfauna werden zwei Möglichkeiten diskutiert:

1) eine ursprünglich oligolektische Art hat sich in zwei ebenfalls oligolektische Arten aufgespalten, wobei die Folgearten noch die gleiche Wirtsbindung haben wie die Stammart. Die Geschwisterarten sind häufig allopatrisch und haben sich vermutlich in geographischer Isolation entwickelt, wo sie phänologisch oder in bezug auf ihre Nistweise divergierten. Das Ergebnis können kongenerische Arten (Arten der gleichen Gattung) sein, die die gleichen Pollenquellen besuchen. Wenn die späteren Verhältnisse zu einer Überlappung der Verbreitungsgebiete führten, können solche Arten um die gleichen Wirtspflanzen konkurrieren. Als Beispiel hierfür kann die Gruppe der *Osmia adunca* angeführt werden, deren Arten (*Osmia adunca*, *O. anthocopoides*, *O. lepeletieri*) sich morphologisch sehr ähneln, die alle *Echium*-Spezialisten sind, sich aber zumindest in der Nistweise unterscheiden.

2) Im anderen Fall fand im Verlauf der Artbildung ein Wirtswechsel statt, wobei die neuen Wirte nicht näher miteinander verwandt sind. Zwei Arten der Gattung *Melitta* sehen sich täuschend ähnlich und sind z. B. im Feld aufgrund ihres Habitus kaum voneinander zu unterscheiden. Früher wurden sie sogar für artgleich gehalten. *Melitta nigricans* ist auf

Lythrum (Lythraceae) spezialisiert, *M. tricineta* hingegen auf *Odontites* (Scrophulariaceae).

Morphologische Anpassungen zum Pollensammeln lassen sich bei oligolektischen Arten nur in den wenigsten Fällen nachweisen. Die Stirnstacheln von *Rophites*-Arten, die auf kleinblütige Lamiaceen (Lippenblütler) spezialisiert sind, könnten als eine Anpassung an das Pollenernten angesehen werden. Die Pollentransporteinrichtungen hingegen zeigen fast keine Anpassungen an die spezifischen Pollenquellen. Die Ausgestaltung der Pollenspeicher ist meist verwandtschaftsbedingt, was sich besonders gut an den *Campanula*- (Glockenblumen-)Spezialisten zeigen läßt: Die Sandbienen *Andrena curvungula*, *A. pandellei* und *A. rufizona* besitzen wie alle *Andrena*-Arten eine Schienenbürste zum Pollentransport. Die Mauerbiene *Osmia mitis* transportiert den *Campanula*-Pollen wie alle anderen, teils oligolektischen, teils polylektischen *Osmia*-Arten mit Hilfe einer Bauchbürste. Die Sägehornbiene *Melitta haemorrhoidalis* speichert den *Campanula*-Pollen feucht in der Schienenbürste und Behaarung der Ferse, in der gleichen Art und Weise wie *Melitta nigricans*, die auf *Lythrum* (Blutweiderich) und *Melitta tricineta*, die auf *Odontites* (Zahntrost) spezialisiert ist. Aufgrund der Pollentransporteinrichtung kann also nicht auf Oligolektie oder Polylektie geschlossen werden.

In der Evolution der Pflanzen hat demnach die Spezialisierung auf bestimmte oligolektische Bienen als Bestäuber nur eine geringe Rolle gespielt. Die klassische Kospeziation von Biene und Pflanze hat daher vermutlich nur selten stattgefunden. Bei der südafrikanischen Ölblume *Diascia longicornis* (Scrophulariaceae) und den ölsammelnden Bienen *Rediviva emdeorum* und *Rediviva longimanus* (Melitidae) mit ihren extrem verlängerten Vorderbeinen ist dies noch vorstellbar (vgl. VOGEL 1984, VOGEL & MICHENER 1985). Das heißt, Artbildungsereignisse in einer Pflanzengattung wurden in der Regel nicht automatisch begleitet von solchen in einer Bienengattung. Beispiele einer Bestäuber-Pflanze-Koevolution mit der Annahme von Biene-Pflanze-Artpaaren, wobei jede Art hoch spezialisiert ist auf die andere als Ergebnis gegenseitiger Anpassungen, lassen sich tatsächlich nur in ganz wenigen Fällen nachweisen.

5.5.4 Polylektie

Arten, deren Weibchen sich beim Pollensammeln »opportunistisch« verhalten, also das jeweils vorhandene Blütenangebot in vielfältiger Weise nutzen, bezeichnet man als polylektisch. Man kann sie auch als Pollen-Generalisten bezeichnen. Polylektie bedeutet aber nicht, daß die Blüten nach dem Zufallsprinzip aufgesucht werden (EICKWORT & GINSBERG 1980:423). Auch polylektische Arten können Bevorzugungen bestimmter Pflanzen(gruppen) zeigen, andere hingegen völlig meiden, auch wenn diese im Überangebot vorhanden sind. Bei Bienen reicht das Spektrum von strenger Oligolektie bis hin zu ausgesprochener Polylektie, was die Ziehung einer klaren Trennlinie zwischen Polylektie und Oligolektie erschwert. Wenn an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten (Tages-)Zeit nur eine oder wenige Pflanzenarten blühen und daher das Angebot an Pollenquellen eingeschränkt ist, können die Weibchen einer sonst polylektischen Art dem Beobachter lokal Oligolektie vortäuschen. Daher müssen Untersuchungen zur Oligolektie möglichst viele, über das Gesamtverbreitungsgebiet einer Art verteilte Beobachtungsorte berücksichtigen.

Die bekannteste und am ausgeprägtesten polylektische Biene ist die Honigbiene. Im Vergleich zu diesem »Super-Generalisten« müßten fast alle anderen Bienen als mehr oder weniger oligolektisch bezeichnet werden. Da sie aber nicht als Maßstab für das Blütenbesuchverhalten von Bienen gelten kann, wollen wir bei der gegebenen Definition von Oligolektie bleiben. Eusoziale Bienen wie die Hummeln und manche *Lasioglossum*-Arten sind durchweg polylektisch. Oligolektie wird für solche staatenbildenden Arten nur ein einziges Mal angegeben und zwar für die nordeuropäische Hummel *Bombus consobrinus*, die an einem nordischen Eisenhut (*Aconitum septentrionale*) oligolektisch sein soll (LØKEN 1961). Während solitäre Bienen nur eine relativ kurze Flugzeit (4–12 Wochen) besitzen und von daher eine Bindung an eine oder wenige Pollenquellen sinnvoll sein kann, leben Kolonien sozialer Arten wesentlich länger. Ihre Flugzeit entspricht demnach nicht der Blühdauer einer Nahrungspflanze. Soziale Arten können sich daher Oligolektie nicht »leisten«. Interessanterweise sind vermutlich fast alle mitteleuropäischen *Lasioglossum*-Arten polylektisch. In dieser Gattung finden sich alle Stufen des Sozialverhaltens von der solitären bis zur eusozialen Lebensweise. Unter den übrigen Wildbienen gibt es ebenso ausgesprochene Pollengeneralisten wie z. B. die Mauerbiene *Osmia rufa*, von der Vertreter von 18 Pflanzenfamilien als Pollenquellen belegt



Zwei Brutzellen der ausgesprochen polylektischen Mauerbiene *Osmia rufa*. Der Larvenproviant der oberen Zelle setzt sich aus dem Pollen von folgenden Vertretern aus fünf Pflanzenfamilien zusammen: Saatmohn (*Papaver dubium*), Zaunwicke (*Vicia sepium*), Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), Gewöhnlicher Beinwell (*Symphytum officinale*), Wiesen-Salbei (*Salvia pratensis*). Der hellgelbe Pollen in der unteren Zelle stammt von der Hainbuche (*Carpinus betulus*), einem Windblütler.

sind. Polylektie findet sich in Mitteleuropa in den Gattungen *Hylaeus*, *Colletes*, *Andrena*, *Halictus*, *Lasioglossum*, *Anthidium*, *Osmia*, *Megachile*, *Anthophora* und *Bombus*. Dabei überwiegt der Anteil der polylektischen Arten gegenüber den oligolektischen.

5.5.5 Blütenstetigkeit

Streng zu trennen von der vermutlich genetisch fixierten Oligolektie als einer zeitlebens bestehenden Bevorzugung bestimmter Pflanzenarten ist die sogee-

nannte Blütenstetigkeit (= Blumenstetigkeit bei KUGLER 1970), die schon im IX. Buch der »Historia animalium« des Aristoteles von Honigbienen beschrieben wird (zit. nach FRASER 1951:22). Sie wird von den einzelnen Autoren unterschiedlich aufgefaßt und definiert (vgl. WASER 1986). Nach MEEUSE & MORRIS (1984:31) ist sie ein »erlerntes Verhaltensmuster«. KRATOCHWIL (1984:586) bezeichnet sie als »erlernte Stenanthie«. Zwischen Nektar- und Pollensammeln wird meist nicht unterschieden, obwohl es Nektar- und Pollenstetigkeit gibt. Zwar kann man bei der Blütenstetigkeit der Honigbiene und wohl auch bei den Hummeln von einem erlernten Verhaltensmuster sprechen (vgl. z. B. MENZEL et al. 1974), dieses aber auch für andere mitteleuropäische Bienen als erwiesen anzunehmen, halte ich für verfrüht. Die Oligolektie ist also immer ein Charakteristikum einer Bienenart, während sich die Blütenstetigkeit auf einzelne Individuen bezieht. Mit Hilfe der Pollenanalyse kann die Blütenstetigkeit nur für Weibchen und nur auf der Ebene des Pollensammelns aufgrund des Pollenspektrums in der Pollenladung nachgewiesen werden. Wenn im folgenden also von Blütenstetigkeit der Wildbienen die Rede ist, wird darunter die »Treue« zu den Blüten einer einzigen Pflanzenart während eines Pollensammelfluges verstanden.

Teilpopulationen oder einzelne Weibchen sonst polylektischer Arten können lokal und/oder zeitweise eine hohe Blütenstetigkeit zeigen und dann dem Beobachter Oligolektie vortäuschen. Dies kann vor allem dann auftreten, wenn nur eine oder wenige Pflanzenarten blühen und daher das Angebot an Pollenquellen eingeschränkt ist, oder wenn einzelne Pflanzenarten besonders ergiebige Pollenquellen darstellen.

Sowohl bei oligolektischen wie bei polylektischen Arten zeigen die bisher durchgeführten Pollenanalysen alle Übergänge zwischen hoher Blütenstetigkeit und der Nutzung mehrerer Pollenquellen während eines Sammelfluges. Eine wichtige Voraussetzung der Blütenstetigkeit dürfte die Blütendichte einer Pollenquelle sein. Bei den oligolektischen Arten würde man eine besonders hohe Blütenstetigkeit erwarten. Diese ist zwar bei der Mehrzahl der Sammelflüge gegeben. Oligolektische Arten müssen sich dann zwangsläufig hoch blütenstet verhalten, wenn nur eine spezifische Pollenquelle blüht oder im Lebensraum der Biene vorkommt. Daher beruht der Begriff »monolektisch« (auf eine einzige Pflanzenart spezialisiert) auf einem Artefakt und sollte daher nicht mehr verwendet werden. Ein Beispiel: *Osmia adunca* steht in Mitteleuropa normalerweise nur *Echium vulgare* als Pollenquelle zur Verfügung. Das

mediterrane *Echium plantagineum*, im Experiment gleichzeitig mit *Echium vulgare* angeboten, wird aber ebenfalls ausgiebig von dieser Bienenart besammelt.

Bis zu einem Viertel der untersuchten Pollenladungen oligolektischer Bienen enthalten Pollen von zwei oder drei Pflanzenarten. Das heißt, die entsprechenden Weibchen haben sich nicht blütenstet verhalten. Oligolektische Bienen unterscheiden bei ihren Sammelflügen vielfach nicht zwischen gleichzeitig blühenden, nahverwandten Arten derselben Pflanzengattung bzw. Pflanzenfamilie. Einige Beispiele: *Andrena proxima*, ein Umbelliferen-Spezialist, sammelte während eines Ausfluges auf *Anthriscus sylvestris* und *Heracleum sphondylium*. *Andrena curvungula*, ein *Campanula*-Spezialist, sammelte auf *Campanula glomerata* und *Campanula rotundifolia*. *Chelostoma florissomne*, ein *Ranunculus*-Spezialist, sammelte auf *Ranunculus acris* und *Ranunculus repens*. Auf der anderen Seite zeigen auch die Weibchen ausgesprochen polylektischer Arten zeitweise eine hohe Blütenstetigkeit (z. B. *Andrena barbilabris*, *Andrena bicolor*, *Andrena haemorrhoa*), sogar während der gesamten Verproviantierung einer Brutzelle (z. B. *Osmia cornuta*, *Osmia rufa*, *Megachile willughbiella*).

Bei den Hummeln findet man viel häufiger als bei der Honigbiene gemischte Höschen, der Prozentsatz dieser Mischhöschen ist zwischen den einzelnen *Bombus*-Arten verschieden. Nach HEINRICH (1979b) erklärt sich das daraus, daß Hummeln (für Nektar) zu einem bestimmten Zeitpunkt neben Hauptsammelpflanzen (»majors«) jeweils noch ein paar andere Arten (»minors«) besuchen. So können sie zwischen mehr oder weniger profitablen Quellen vergleichen und gegebenenfalls zu einer neuen Hauptsammelpflanze wechseln. Hummeln sind in der Lage, ihre Sammelintensität nach den Bedürfnissen im Nest auszurichten (MICHENER 1974:66) und können bei Bedarf selbst bei Temperaturen in Gefrierpunktnähe noch sammeln (HEINRICH 1979a: 33).

Höuschen der Honigbiene enthalten in der Regel Pollen nur einer Pflanzenart, da ihre Blütenstetigkeit sehr ausgeprägt ist. Auf einem Sammelflug wird also nur eine Pflanzenart besucht. Gelegentlich kommen aber auch Mischhöschen vor, die Pollen von zwei und mehr Pflanzenarten enthalten.

Blütenstetigkeit wird oft als Voraussetzung für die Eignung einer Bienenart angesehen, ein wirksamer Bestäuber zu sein. Welche Rolle spielen dann oligolektische Bienen als Bestäuber? Von der Pflanze aus betrachtet, sind viele oligolektische Bienen anatomisch und aufgrund ihres Verhaltens zu effektiver Bestäubung befähigt, weil sich heraus-

stellte, daß pollensammelnde Weibchen einiger Arten regelmäßige Pollen auf die Narben übertragen. Diese Tatsache wurde auch verschiedentlich zur Untermauerung von Koevolutionshypothesen herangezogen. Doch hier ist Zurückhaltung angebracht. Denn auch polylektische Besucher sind in der Lage, die gleichen Blüten zu bestäuben. Sie können sogar die besseren Bestäuber sein. Schließlich soll nicht unerwähnt bleiben, daß es verschiedene Fälle von Oligolektie gibt, ohne daß die pollensammelnde Biene eine Bedeutung für die Bestäubung ihrer Pollenquelle hat. So beißt die winzige nordamerikanische Zottelbienen-Verwandte *Perdita hurdi* ein Loch in die relativ große Knospe der Einhorn-Pflanze *Proboscidea arenaria* (Martyniaceae), kriecht durch den selbst geschaffenen Eingang hinein und stiehlt den Pollen aus den Staubbeuteln. Voll beladen verläßt sie die Knospe, ohne die Narbe berührt zu haben (HURD & LINSLEY 1963). *Perdita texana*, ebenfalls oligolektisch, sammelt ihre gesamte Pollenladung von einer einzigen *Opuntia*-Blüte in 3–4 min ohne zu bestäuben (BARROWS et al. 1976). Diese Beispiele zeigen auch, daß das Pollensammeln nicht immer etwas mit Bestäubung zu tun hat (s. Kap. 5.6).

5.5.6 Pollensammelzeiten

Der Zeitpunkt des Pollensammelns hängt vor allem von dem der Pollendarbietung der Blüten ab. Meist wird der Pollen in den frühen Morgenstunden präsentiert. So sammeln die Zottelbiene *Panurgus calcaratus* und die Sandbiene *Andrena polita*, die auf zungenblütige Korbblütler (Cichorien) spezialisiert sind, überwiegend in der ersten Tageshälfte, da sich die Köpfchen ihre Pollenquellen um die Mittagszeit schließen. Es gibt aber auch Abweichungen von der Regel. Ungünstige Witterungsverhältnisse können die Pollendarbietung und damit die Sammelzeiten stark verschieben. Die Witterung einflußt auch die Bienen. Normalerweise benötigen Bienen Tageslicht und sonniges Wetter. Fehlendes Sonnenlicht (starke Bewölkung) kann – vor allem nach längeren Schönwetterperioden – ihre Aktivität herabsetzen. Nur in Ausnahmefällen (aus Nord- und Mittelamerika bekannt) sammeln Bienen auch nachts bzw. abends oder frühmorgens (KERFOOT 1967a, 1967b, KNERER & MACKAY 1969), wie z.B. *Lasioglossum*- (*Sphecodogastra*-) Arten mit vergrößerten Ocellen, die nacht(falter)blütige *Oenothera* ausbeuten (LINSLEY 1958) und einige weitere Halictiden und Colletiden (JANZEN 1968, LINSLEY 1962). Bei drei Sandbienen-Arten vom Rande der kalifornischen

Mojave-Wüste (*Andrena mojavenensis*, *A. oenotherae*, *A. deserticola*) beginnen die Weibchen mit ihren Sammelflügen rund 40 min vor Sonnenaufgang, beenden sie 30–35 min nach Sonnenaufgang und bleiben für den Rest des Tages in ihren Nestern. In diesem Zeitraum unternehmen sie jeweils 6–8 Flüge (LINSLEY et al. 1955).

Feuchtigkeit beeinträchtigt die Handhabung des Pollens (WESTERKAMP 1978). Zu kühl wie zu hohe Temperaturen begrenzen die Flugaktivität. Hummeln z.B. benötigen Thoraxtemperaturen von mindestens 30 °C (HEINRICH 1979a), was sie bei niedrigen Temperaturen durch Muskelzittern (Flugmuskeln) und Wärmeaustausch im Gegenstrom erreichen. Durch Muskelarbeit erwärmte Haemolymph gibt im Hinterleibsstiel (Petiolus) Wärme an die in der Aorta durch den Petiolus nach vorne fließende Haemolymph ab. Die Wärme wird dadurch im Thorax »festgehalten«. Zum Erwärmen der Brut oder bei hohen Außentemperaturen kann der Wärmeaustausch durch zeitliche Trennung der Lymphströme abgestellt werden (HEINRICH 1979a). Hummel-Königinnen sind bei niedrigeren Temperaturen aktiv als Arbeiterinnen, und fliegen teils noch bei 2 °C. Im arktischen Sommer fliegen Bienen die ganze »Nacht« hindurch (SUBBA REDDI & REDDI 1984:378) und bei Regen (KEVAN & BAKER 1983: 435). Wildbienen, die an kühles Waldklima angepaßt sind, z.B. *Andrena fulva*, oder Frühjahrsarten wie *Osmia cornuta* sammeln ebenfalls auch bei niedrigen Temperaturen.

Die Dauer der Sammelflüge ist bei den einzelnen Bienenarten recht unterschiedlich. Sie hängt einerseits vom Pollenangebot in der Umgebung des Nests ab, andererseits von der jeweiligen Witterung und hier besonders von der Temperatur und der Sonneneinstrahlung. KÄPYLÄ (1978b) gibt die folgenden Sammelzeiten an: *Chelostoma florisomme* 7–30 min, im Mittel 22,5 min; *Chelostoma fuliginosum* 5–20 min, im Mittel 10,4 min; *Heriades truncorum* 1–10 min, im Mittel 3,4 min; *Osmia tuberculata* 5–30 min, im Mittel 11,3 min. GEBHARDT & RÖHR (1987) stellten folgende Sammelzeiten fest: *Andrena clarkella* 25 min–2 h 54 min, im Mittel 1 h 35 min; *Andrena cineraria* 32 min–2 h 15 min, im Mittel 1 h 30 min; *Andrena fuscipes* 28–84 min, im Mittel 52 min.

5.5.7 Flugdistanzen beim Pollensammeln

Welche Strecken Bienen bei ihren Sammelflügen zurücklegen, ist – zumindest bei der Mehrzahl der mitteleuropäischen Arten – noch kaum bekannt. Sie dürften aber stark von der Größe der Arten, ihrer

Spezialisierung und den jeweiligen Lebensraumverhältnissen beeinflusst sein. Größere Flugstrecken werden vor allem beim Pollensammeln in Kauf genommen, vorausgesetzt, Nektarquellen sichern unterwegs die Versorgung mit Flugenergie. Im Extremfall können die Nester solitärer Arten unmittelbar im Wuchsbereich ihrer Futterpflanzen liegen. Brombeersträucher liefern Maskenbienen (*Hylaeus*) gleichzeitig Nistplatz in Form dürre Ranken und Nahrung in Form ihrer Blüten. VOGEL (1986) fand die Nester der Schenkelbiene *Macropis fulvipes* nur 70 cm weit entfernt von einem als Pollenquelle besuchten Bestand des Punkt-Gilbweiderichs (*Lysimachia punctata*). Futterpflanzen, die in unmittelbarer Umgebung der Nester blühen, werden generell vorwiegend als Pollenquellen besucht; in solchen Fällen ist der Flugradius oft kleiner als 50 m. Die Scherenbiene *Chelostoma fuliginosum* nistet z.B. in künstlichen Nisthilfen auf meinem Balkon. Die Flugstrecke beträgt nur 2–4 m, da dieser Glockenblumen-Spezialist seine Nahrungsansprüche in den von mir in Balkonkästen und Kübeln angepflanzten *Campanula*-Arten gänzlich erfüllt findet. Weibchen der Sandbiene *Andrena vaga* konnten Schmidt und ich beobachten, die von ihrem Nistplatz rund 100 m über einen Altrheinarm hinweg zu den nächsten Weiden flogen.

In der Literatur finden sich nur wenige Angaben über Flugdistanzen beim Pollensammeln bzw. bei der Beschaffung des Baumaterials: *Andrena*-Arten: bis 800 m (CHAMBERS 1968:158); *Megachile rotundata*: 500 m (TEPEDINO 1983) bzw. 100 m (TASEI & DELAUDE 1984); *Osmia maritima*: unter 130 m (HAESLER 1982a:127); *Panurgus banksianus*: 250 m (MÜNSTER-SWENDSEN 1968). Für außer-europäische Solitärbienen werden u. a. genannt: *Dufourea novaeangliae*: 250 m (über Wasser) (EICKWORT et al. 1986:114); *Diadasia bituberculata*: 200 m (SCHLISING 1972:176); *Xylocopa frontalis* 20 km (RAW 1985). JANZEN (1971) berichtet über »long distance pollinators«. Er fand bei Euglossini (Prachtbienen) Heimfindeentfernungen bis zu 23 km und schloß, daß die Tiere zum Nest fänden, weil ihnen das Gelände aus ihrer Sammelerfahrung bekannt sein müsse. Solche »trap-liners« fing er sogar über offenem Wasser, 2,5 km vom nächsten Ufer entfernt. Von Hummeln sind Heimfindedistanzen von über 10 km bekannt (Tack nach WESTERKAMP 1987). Sie dürften daher auch in der Lage sein, beim Pollensammeln größere Strecken zurückzulegen. Bei der Honigbiene beträgt der normale Sammelradius 1–2 km, es wurden aber auch größere Distanzen beobachtet: 5–6 km (VISSCHER & SEELEY 1982) und sogar 14 km (EICKWORT & GINS-

BERG 1980). Bei reinen Pollenquellen dürften aber aus energetischen Gründen die Flugstrecken weit geringer sein, als wenn dort auch oder nur Nektar gesammelt wird.

Ungeklärt ist die Frage, wie sich frisch geschlüpfte, oligolektische Bienen verhalten, wenn in der Umgebung der Nester keine spezifischen Pollenquellen (mehr) vorhanden sind, z. B. durch seit der letzten Brut eingetretene Veränderungen des Wuchsortes. Es scheint nicht ausgeschlossen, daß sich die Tiere »auf den Weg machen«, um die nächsten Bestände an Futterpflanzen aufzufinden, auch wenn diese mehrere Kilometer weit entfernt blühen. Immerhin könnte dieses Verhalten eine Möglichkeit der Ausbreitung (Dispersion) sein. Oligolektische Arten haben sich wahrscheinlich postglazial auf die Weise ausgebreitet, indem sie den sich ebenfalls langsam ausbreitenden Pflanzen einfach sukzessive gefolgt sind.

5.6 Bienen und Bestäubung

Zahlreiche insektenblütige (entomophile) Pflanzenarten benötigen zur Bestäubung Bienen als die effektivsten Pollenüberträger. Aufgrund ihrer hohen Artenzahl, ihres Körperbaus (Rüssel, Haarkleid) und ihres Verhaltens sind sie bestens dafür geeignet. Als Larven und als Imagines leben sie fast ausschließlich von Blütenprodukten. Oft werden mehrere Blüten der gleichen Art nacheinander besucht (Blütenstetigkeit). Daher sind ganz allgemein von Bienen hohe Bestäubungsleistungen zu erwarten. Dies entspricht auch den allgemeinen Vorstellungen in der Bevölkerung. So lautet z. B. der Text eines bei Imkern verbreiteten Auto-Aufklebers: »Schützt die Bienen! Sie erhalten die Natur.« Allerdings beziehen sich Text und Abbildung wie die landläufige Meinung nur auf die Honigbiene als allgemein und meist einzig bekannte Bienenart. Das sich hier widerspiegelnde »Weltbild« vernachlässigt aber die Wildbienen und deren viel weitreichendere Bedeutung als Bestäuber völlig.

Die tatsächlichen Bestäubungsverhältnisse lassen sich aber kaum auf eine Kurzformel bringen. Bei Honig- wie bei Wildbienen sind sie viel komplexer als gemeinhin angenommen. In dem hier gegebenen Rahmen können sie leider nur grob gestreift werden, so daß auf Details verzichtet werden muß.

Ganz allgemein ist zunächst festzustellen, daß ein Blütenbesucher nicht automatisch auch ein Bestäuber ist. Erst recht sind Blütenbesuche nicht unbedingt Ausdruck einer Blüte-Bestäuber-Beziehung.

Nektar- und Pollenraub bzw. -diebstahl, also die Entnahme von Nektar oder Pollen ohne die Gegenleistung einer Bestäubung, sind viel weiter verbreitet als bisher bekannt. Die Bedürfnisse von Pflanzen nach Bestäubung und von Bienen nach Nahrung müssen sich also nicht unbedingt decken, was schon DARWIN (1876) feststellte. So zeigen Bienen viel häufiger eine Spezialisierung auf bestimmte Blütenpflanzen als umgekehrt Pflanzen auf bestimmte Bestäuber (BAKER & HURD 1968). In zahlreichen Fällen liegen einseitige Bindungen (Bienen an Blüten) vor. Selbst das Pollensammeln, dem auch noch in jüngeren Arbeiten eine große Rolle zugeschrieben wird, hat mit Bestäubung nicht immer etwas zu tun. Primäres Pollensammeln ist oft Pollendiebstahl, z. B. wenn bei dichogamen Pflanzen nur Blüten im männlichen Stadium, also dem der Pollendarbietung, besucht werden. (Beim Pollenraub, einem wesentlich selteneren Fall, werden Blütenteile zerstört.) Nach WESTERKAMP (1987:89) ergibt sich daraus folgendes Paradoxon: »Bienen haben mehr oder weniger nur bei Pollen eine enge Bindung an bestimmte Blüten (Oligolektie), während die Blüten nur über die Nektar-Bergung eine Kanalisierung der Besucher in eine für die Bestäubung günstige Position erreichen können.« Das Nektarsaugen auf normalem Weg (»legitimer« Besuch) steht also viel eher in direkter Beziehung zur Bestäubung als das Pollensammeln. Daher können auch nektarsaugende Männchen gute Bestäuber sein. Dies gilt auch für solche Bienen, die in den Blüten nur schlafen (vgl. DAFNI et al. 1981, JANZON 1983a).

Das Blütenbesuchsverhalten von Bienen stellt sich also wesentlich komplexer dar als oft angenommen (vgl. die vorhergehenden Kapitel). Honigbienen und Wildbienen dürfen keinesfalls »in einen Topf geworfen« werden. Bei aller Bedeutung der Honigbiene darf man über Wildbienen als Bestäuber nicht einfach hinwegsehen. Allein schon an dem Problemkreis »Bestäubung von Nutzpflanzen« läßt sich zeigen, daß Wildbienen als Bestäuber unverzichtbar sind.

5.6.1 Bestäubung von Nutzpflanzen

Zahlreiche Nutzpflanzen sind insekten-, insbesondere bienenblütig und für eine (Fremd-)Bestäubung auf Bienen angewiesen. Die Produktion von Früchten und die Höhe der Saatguterträge wird u. a. von der Bestäubung durch Bienen bestimmt. Die Honigbiene wird zwar schon seit langem gezielt als Bestäuber von Nutzpflanzen eingesetzt und dementsprechend umfangreich ist auch die diesbezügliche Lite-

ratur. Verschiedene Nutzpflanzen (wie auch Wildpflanzen) werden aber von Honigbienen nicht oder nur ungenügend bestäubt, entweder, weil ihr Körperbau dies nicht ermöglicht oder die entsprechenden Pflanzen für Honigbienen nicht attraktiv sind. So reichen Versuche, auch Wildbienen für Bestäubungszwecke zu nutzen, bereits bis in das letzte Jahrhundert zurück. Als man nämlich den Rotklee in Neuseeland eingeführt hatte, fehlten die entsprechenden Bestäuber. Da Honigbienen die Saatgutproduktion nicht sichern konnten, siedelte man auf Empfehlung Darwins auch vier Hummelarten an, die bis dahin in diesem Land gar nicht vorkamen (HOPKINS 1914). Die ersten erfolgreichen Versuche wurden von der Canterbury Acclimatisation Society in den Jahren 1885 und 1886 unternommen, als von insgesamt 442 Königinnen 93 die Schiffsreise überlebt hatten (FREE 1982). Jüngst wurde auch die Hummelart *Bombus ruderatus* nach Chile eingeführt (ARRETZ & MACFARLANE 1986).

Erst in den letzten 30 Jahren begann sich die Erkenntnis durchzusetzen, daß auch andere Wildbienen als Hummeln einen wichtigen Beitrag zur Bestäubung von Nutzpflanzen leisten, so daß man vermehrt Versuche unternahm, Wildbienen systematisch für die Steigerung von Erträgen, seien es Früchte, sei es Saatgut, zu nutzen. Immer mehr wurden auch Wildbienen weltweit in Untersuchungen zur Bestäubung von Nutzpflanzen einbezogen. So befassen sich mit der Bestäubung von Kern- und Steinobst (*Malus*, *Pyrus*, *Prunus*) sowie Beerensträuchern (*Ribes*) durch Wildbienen z. B. ANASIEWICZ & WARAKOMSKA (1971), BRITTAIN (1933), CHAMBERS (1946), CHANSIGAUD (1975), FABER (1953), KLUG (1984), MAETA & KITAMURA (1964, 1965), PAARMANN (1977) sowie SCHRECK & SCHEDL (1979). Der Bestäubung von Futterleguminosen durch Wildbienen sind ebenfalls zahlreiche Arbeiten gewidmet. BENEDEK (1974) z. B. befaßt sich mit der Zottel-Wicke (*Vicia villosa*). Aus der Fülle der Literatur zur Bestäubung der Luzerne (*Medicago sativa*), im Englischen Alfalfa genannt, sei nur eine kleine Auswahl angeführt: ÅKERBERG & LESINS (1949), ANASIEWICZ (1975), ANASIEWICZ & WARAKOMSKA (1969), BENEDEK (1968, 1969a, 1969b, 1973), BENEDEK et al. (1973), BOHART (1957), DORN & WEBER (1978), DYLEWSKA (1970), MOĆZĄR (1954b, 1959, 1961c), POPOV (1952, 1956). Speziell mit der Rotklee-Bestäubung beschäftigen sich sehr viele Arbeiten (u. a. MACFARLANE & GRIFFIN 1985, PARKER 1981b, TASEI 1971, 1972, 1976). Der Zwiebel (*Allium cepa*) ist eine Untersuchung von BENEDEK (1975) gewidmet. Bestäuber von Sonnenblumen (*Helianthus annuus*) haben PARKER



Auch bei der Bestäubung von Apfelblüten spielen Wildbienen eine wichtige Rolle.

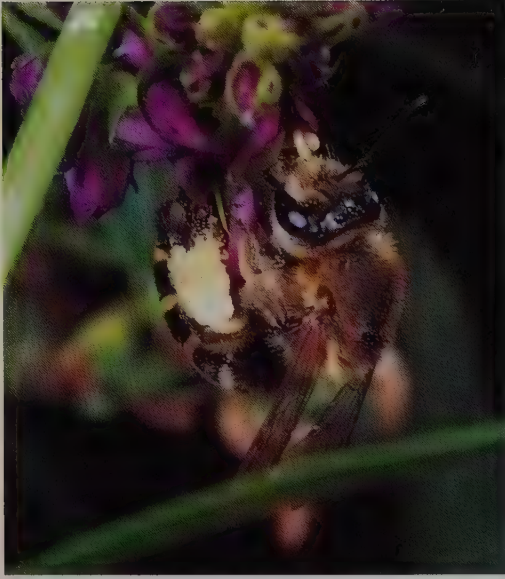
(1981a) sowie PARKER & FROHLICH (1985) untersucht. RICCIARDELLI D'ALBORE (1986) hat sich mit den Bestäubern landwirtschaftlich wichtiger Doldenblütler beschäftigt.

Bedauerlich ist, daß der größte Teil der Untersuchungen außerhalb der Bundesrepublik Deutschland durchgeführt wurde. Wenn sich auch in jüngster Zeit einige Autor(inn)en mit ähnlichen Fragestellungen befaßt haben, so ist doch festzustellen, daß hierzulande bis zum heutigen Tag das Hauptinteresse fast ausschließlich der Honigbiene und ihrer Nutzung gilt. Währenddessen sind in zahlreichen anderen Ländern wie z. B. in den USA, in Kanada, in der DDR, in Frankreich, in der Tschechoslowakei, in Ungarn und Polen, um nur einige zu nennen, seit Jahren Wildbienen das Ziel zahlloser Untersuchungen zur Biologie (Grundlagenforschung) und zum Einsatz als Bestäuber. Es ist daher dringend notwendig, auch in der Bundesrepublik Deutschland vermehrt Wildbienenforschung zu betreiben und zu fördern, um Anschluß an das internationale Forschungsniveau zu gewinnen.

Aus allen bisherigen Untersuchungen geht hervor, daß Wildbienen eine große Rolle bei der Bestäubung von Nutzpflanzen spielen. An Obstbäumen (Apfel, Zwetschge, Pflaume, Kirsche, Birne) treten vor allem Arten der Gattungen *Andrena*

(Sandbienen), *Halictus* und *Lasioglossum* (Furchenbienen), *Osmia* (Mauerbienen) und *Bombus* (Hummeln) auf. Unter den Sandbienen sind es vor allem *Andrena bicolor*, *A. dorsata*, *A. flavipes*, *A. haemorrhoa*, *A. jacobi*, *A. nitida* und *A. varians*, unter den Mauerbienen *Osmia cornuta* und *O. rufa*, unter den Hummeln *Bombus hortorum*, *B. lapidarius*, *B. pascuorum* und *B. terrestris*.

Als Bestäuber von Futterleguminosen werden zahlreiche Arten verschiedenster Gattungen genannt. Allein für die Luzerne dürften weltweit mehrere hundert Bienenarten als Bestäuber in Betracht kommen. In Europa werden vor allem Vertreter der Gattungen *Andrena* (Sandbienen), *Melitturga* (Schwebefliegen), *Halictus* (Furchenbienen), *Rhopitoides* (Graubienen), *Melitta* (Sägehornbienen), *Osmia* (Mauerbienen), *Megachile* (Blattschneiderbienen), *Eucera* (Langhornbienen), *Anthophora* (Pelzbienen), *Xylocopa* (Holzbienen) und *Bombus* (Hummeln) als Besucher der Luzerne beobachtet. In Deutschland wird die Luzerne im wesentlichen durch *Melitta leporina* und *Rhopitoides canus* sowie durch einige *Andrena*- und *Bombus*-Arten bestäubt. Im südlichen Mitteleuropa und in Südosteuropa gewinnen Arten der Gattungen *Melitturga* und *Eucera* größere Bedeutung. MÓCZÁR (1959) beobachtete rund 100 Bienenarten in ungarischen Lu-



Die Sägehornbiene *Melitta leporina* (hier ein pollensammelndes Weibchen) ist eine wichtige Bestäuberin der Luzerne.

zerne-Feldern. Der Anteil der Honigbiene an der Bestäubung der Luzerne ist trotz ihrer zahlenmäßigen Überlegenheit überall sehr gering, da sie die spezifische, pollenliefernde Schnellvorrichtung der Blüten bei der Nektarentnahme in den meisten Fällen nicht auslöst. Dieser Mechanismus bewirkt, daß die Staubgefäße bei legitimem Blütenbesuch wie Springteufel nach oben schnellen und die Unterseite des Besuchers mit einer Pollenwolke einpudern. Nektarsammelnde Honigbienen, die weniger am Pollen interessiert sind, lernen schnell, diese Explosionseinrichtung zu umgehen und den Nektar seitlich zu entnehmen, somit zu stehlen und nicht zu bestäuben. Gelegentlich treten allerdings auch Arten der Gattungen *Anthophora* (Pelzbienen) und *Bombus* (Hummeln) als Nektardiebe auf. Kleinere Bienenarten haben bisweilen Schwierigkeiten mit der Auslösung der Schnellvorrichtung (»Tripping«). Wenn sie aber im »Tripping« erfolgreich sind, vollbringen sie es weitaus häufiger als nektarsammelnde Honigbienen.

Rotklee wird in erster Linie von verschiedenen Hummel-Arten bestäubt, die aufgrund ihrer Rüssellänge den Nektar in der langen Kronröhre besser erreichen können. Bereits DARWIN (1859) berichtete, daß 100 von Hummeln besuchte Köpfe des Rotklee 2700 Samen produzierten, während die gleiche Anzahl an Rotklee-Köpfchen nicht fruchtete, wenn der Bienenbesuch verhindert wurde.

Viele Autoren schätzen, daß langrüsslige Hummeln (z. B. *Bombus hortorum*) 2–3 mal mehr Blüten pro Tag bestäuben als Honigbienen. Vor allem tetraploide Rotklee-Sorten bedürfen der Hummeln als Bestäuber, weil sie längere Kronröhren haben als diploide Sorten. Zuchtformen des Rotklee mit kurzer Kronröhre und der Honigbiene mit längerem Rüssel sollen dazu beitragen, daß auch die Honigbiene als Bestäuber fungieren kann.

Hummeln, Sandbienen (z. B. *Andrena lapponica*) und verschiedene Mauerbienen (z. B. *Osmia uncinata*) leisten ebenfalls gute Bestäubungsarbeit an den verschiedenen *Vaccinium*-Arten (Heidelbeeren, Preiselbeeren und Moosbeeren). Hierzu schreiben MEEUSE & MORRIS (1984): »Welche entscheidende Rolle die Hummeln bei der Bestäubung der Heidelbeere spielen, zeigte sich 1980 beim Ausbruch des Mount Saint Helens in Washington auf dramatische Weise. In einem großen Gebiet, das sich vom Berg aus in östlich-nordöstlicher Richtung erstreckt, wurden die Hummeln durch den bei der Katastrophe entstehenden Ascheregen völlig ausgerottet. Viele Heidelbeerpflanzen dagegen überlebten den Ausbruch: Ihnen war er sogar nützlich, da die Asche den Nährwert des Bodens erhöhte. Bei der nächsten Ernte jedoch gab es kaum Beeren.«

Die Honigbiene hat also keineswegs das Bestäubungs-»Monopol«. Auch die seit Jahrzehnten immer wieder vorgebrachten Zahlenwerte, daß 80 % aller insektenblütigen Pflanzen von der Honigbiene bestäubt würden oder daß 85 % der Blütenbesucher Honigbienen seien, bedürfen der Korrektur, denn sie gehen von Vorstellungen aus, die bei genauer Betrachtung der blütenökologischen Verhältnisse und des aktuellen Kenntnisstandes überholt sind. Die Zahl der beobachteten Besucher, seien es Honigbienen oder Wildbienen, kann nicht als Maßstab für deren Bestäubungsleistung gewertet werden. Auch die Geschwindigkeit der Blütenbesucher ist nicht allein maßgebend für die Bestäubung, besonders wenn nicht berücksichtigt wird, ob die Narbe berührt wurde oder nicht. KLUG (1984) konnte nachweisen, daß bei Apfelblüten über 81 % der nektarsammelnden Honigbienen die Narbe nicht berührten, also Nektardiebstahl begingen, während Solitärbiene meistens mit der Narbe Kontakt hatten. BRITAIN (1933) berichtet, daß allein der Bestand an solitären Bienen in vier von fünf Jahren für die Bestäubung der Apfelblüten ausreichte. Es ist nicht verwunderlich, daß lange die Honigbiene als allein ausreichend für die Bestäubung von Wild- und Nutzpflanzen angesehen wurde. Da Wildbienen nicht untersucht wurden, war eine solche Beurteilung ohnehin verfrüht. Der

Nutzen, den allein die bisher untersuchten Wildbienen-Arten als Bestäuber erbringen, übertrifft bei weitem die in sie investierten Forschungskosten. Dennoch wird niemand leugnen, daß die Honigbiene ein wichtiger Bestäuber ist. Auf ihre Bestäubungsleistungen bei bestimmten, großflächig angebauten Monokulturen kann auch derzeit in den meisten Fällen hierzulande nicht verzichtet werden. Der Hauptgrund ist der, daß hier aufgrund der intensiven Landnutzung Wildbienen oft fehlen. Auf der anderen Seite zeigen die vergleichsweise wenigen angeführten Beispiele, daß Wildbienen nicht einfach unberücksichtigt bleiben dürfen. Die Ausbreitung der Varroatose, verursacht durch die *Varroa*-Milbe mit ihren gravierenden Konsequenzen für die Imkerei, zeigt ebenfalls, wie kurzfristig und unverantwortlich es wäre, sich einseitig von der Honigbiene als Bestäuber abhängig zu machen.

Die Ergebnisse einzelner Untersuchungen dürfen allerdings nicht verallgemeinert werden. Das Bestäuberpotential hängt weitgehend von der geographischen Lage, dem Nistplatzangebot in der Umgebung der zu bestäubenden Kulturen und dem zusätzlichen Blütenangebot in der Umgebung ab. In Südosteuropa treten erwartungsgemäß mehr Arten in den Luzernefeldern auf als hierzulande und dies aus zwei Gründen: erstens herrscht dort ganz allgemein ein größerer Reichtum an Wildbienenarten und zweitens ist die Strukturvielfalt in der Umgebung der Felder in Form von unbefestigten Erdwegen, Brachland, Rainen und sonstigen ungenutzten Flächen weitaus größer und somit das Nistplatz- und zusätzliche Futterangebot wesentlich besser. Weil die einzelnen Bienenarten von Jahr zu Jahr in ihrer Populationsdichte variieren können, ist es von ausschlaggebender Bedeutung, eine möglichst artenreiche Bienenfauna zu erhalten und zu fördern. Und gerade hier zeigt sich die groteske Situation, in der sich die Landwirtschaft in weiten Teilen Mitteleuropas in der Zwischenzeit befindet. Während im Rahmen von Flurbereinigungen und »Meliorationen« in den vergangenen Jahrzehnten die Feldfluren immer ausgeräumter, monotoner und blütenärmer wurden, hat als Folge dieser Maßnahmen die Wildbienenfauna und damit das natürliche Bestäuberpotential rapide abgenommen. Damit beraubt sich die Landwirtschaft selbst eines von ihr noch nicht erkannten – oder mißachteten ? – Potentials. Schon 1952 hatte BOHART vor den Folgen der Intensivierung der Landwirtschaft gewarnt, die durch Zerstörung der Nistplätze und der Nahrungsgrundlagen die Wildbienen besonders hart trifft. Auch STEPHEN (1955) ist der Meinung, daß die Ausrottung von Wildbienen sich negativ auf die Bestäu-

bungsrate auswirkt, und berichtet, daß die Saatgutproduktion in dem vom ihm untersuchten Gebiet durch Beseitigung von »Ödland« unwirtschaftlich wurde. WILLIAMS (1986) behandelt den schädigenden Einfluß von Meliorationen auf die Hummel-fauna. Zum Teil dürfte die Unkenntnis biologisch-ökologischer Zusammenhänge mitverantwortlich für solche Mißstände sein. Hier zeigt sich, wie wichtig Öffentlichkeitsarbeit im Biotop- und Artenschutz gerade im ländlichen Raum ist. Am Beispiel der Wildbienen wird besonders deutlich, daß Artenschutz sich nicht auf ideelle, ethische oder ästhetische Werte reduzieren läßt, sondern sehr wohl auch von (land)wirtschaftlichem Interesse ist.

Einige Autoren haben sich daher auch bereits mit der Frage, wie Wildbienen in der Feldflur erhalten und vermehrt werden können, befaßt (BENEDEK 1968, BOHART 1971, 1972, TEPEDINO 1979, PARKER & TORCHIO 1980). Zur Förderung der Bestäuberfauna werden von ihnen im wesentlichen folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- stärkere Beachtung der Nistgewohnheiten der Wildbienen in der Feldflur.
- Anlage von mehrere Meter breiten Niststreifen und Vermeidung zu dicht stehender Vegetation.
- Schaffung eines kontinuierlichen Nahrungsangebots durch gestaffelte Schnittfolgen oder Förderung zusätzlicher Nahrungspflanzen.

Zahlreiche Veröffentlichungen sind dem systematischen Einsatz von Wildbienen (»management of wild bees«) gewidmet, der in der Regel wesentlich kostengünstiger ist als der von Honigbienen. Die meisten Autoren beschäftigen sich mit dem Management der Blattschneiderbiene *Megachile rotundata*, für die eine Einsatztechnologie entwickelt wurde, die den natürlichen Lebensbedingungen dieser Wildbiene entgegenkommt (u. a. BOHART 1962, DORN & WEBER 1978, 1988, STEPHEN 1961, 1962, TASEI 1975, 1977). Diese, ursprünglich aus Eurasien stammende Bienenart ist heute in den USA und rund 20 weiteren Ländern zu einem bedeutenden Faktor bei der Erzeugung von Luzernesaatgut geworden. In Ungarn konnten mit Hilfe dieser Bienenart die Erträge um 50 kg/ha gesteigert werden. Eine ganze Reihe nordamerikanischer Unternehmen verdankt dieser Bienenart ihre Existenz, weil sie von der Herstellung der Nisthilfen, der Zucht und dem Vertrieb der Alfalfa-Biene leben.

Megachile rotundata, die natürlicherweise in vorhandenen, röhrenförmigen Hohlräumen (Fraßgänge, hohle Pflanzenstengel) nistet, erweist sich für eine Zucht aufgrund mehrerer Eigenschaften als besonders günstig:

- Sie zeigt ein ausgesprochen geselliges Nistverhalten. Dadurch kann ein hoher Bestand auf engstem Raum aufrechterhalten werden.
- Sie nimmt bereitwillig künstliche Nistgelegenheiten an und ist somit nicht an natürliche Nistplätze gebunden.
- Ihre Flugzeit von 6–9 Wochen ist mit der Blütezeit der Luzerne synchronisiert.
- Sie besucht bevorzugt die Blüten in unmittelbarer Umgebung der Nester, weswegen ein zielgerichteter Einsatz möglich ist.
- Die künstlichen Nestanlagen lassen sich über Nacht – ähnlich wie bei der Wanderimkerei – zu anderen Anbauflächen transportieren.

Für eine wirksame Bestäubung werden pro Hektar zwischen 2000 und 10000 Blattschneiderbienen eingesetzt, sofern nicht die lokale Wildbienenfauna eine niedrigere Besatzdichte zuläßt. Die über die Felder verteilten Nistplätze sind mit Nistblöcken ausgestattet, deren Röhrenöffnungen nach Südosten ausgerichtet sind, um durch die Morgensonne einen frühen Aktivitätsbeginn auszulösen. *Megachile rotundata* fliegt erst bei relativ hohen Lufttemperaturen (über 21 °C). Der Gefahr der Parasitierung wird durch verschiedene Maßnahmen wie Kältelagerung der Kokons, Sauberkeit der Nistplätze oder Einsatz von Lichtfallen begegnet.

Die ebenfalls Luzerne bestäubende, nordamerikanische Alkali-Biene *Nomia melanderi* wurde in den fünfziger Jahren als erste Wildbienen-Art in den USA zur Bestäubung eingesetzt. Ihr werden natürliche wie künstlich geschaffene Nistplätze für die unterirdische Nestanlage in Form ausgedehnter Nistfelder angeboten (PARKER & TORCHIO 1980). Ein kritischer Faktor in der Haltung der Alkali-Biene ist die Sicherung einer bestimmten Bodenfeuchtigkeit im Nistbereich. Die Nistplätze werden daher mit Wasser befeuchtet, dem Kalziumchlorid (CaCl) oder Natriumchlorid (NaCl) zugesetzt ist. Auf sorgfältig vorbereiteten Bodenflächen kann man die Anzahl der Nester auf über 2000 pro Quadratmeter erhöhen, während in normalem Boden nur rund 500 pro Quadratmeter vorkommen. Auf einem Nistfeld von der Größe eines halben Hektars können sich Millionen von Alkali-Bienen entwickeln. Mancherorts findet man Verkehrszeichen, die den Autofahrer dringend bitten, vorsichtig zu fahren, da die entsprechend beschilderte Straße von *Nomia melanderi* und *Megachile rotundata* überquert wird.

Die asiatische Mauerbiene *Osmia cornifrons* wird in Japan seit 1958 und inzwischen auch in den USA in Obstplantagen in größerem Stil verwendet. Diese

Biene nistet in dünnen Bambusrohren und hohlen Schilfhalmen. Praktischerweise beginnen die Bienen etwa zwei Wochen vor der Apfelblüte zu fliegen. Ihr großer Vorteil im Vergleich zu den Honigbienen ist, daß sie auch bei so niedrigen Temperaturen wie 7 °C noch aktiv sind. Bei der nordamerikanischen Mauerbiene *Osmia lignaria* (»blue orchard bee«) zeigen die Untersuchungen der letzten Jahre, daß auch sie in Obstanlagen erfolgreich eingesetzt werden kann (TORCHIO 1976, 1981, 1982a, 1982b). In jüngster Zeit wurde die europäische Mauerbiene *Osmia cornuta* nach Kalifornien eingeführt, um sie dort zu züchten und dann für die Bestäubung in Mandelplantagen zu verwenden (TORCHIO et al. 1987).

Die Einführung fremdländischer Bienenarten kann hier allerdings nicht befürwortet werden, da sich die daraus ergebenden Folgeerscheinungen (Einschleppung von Parasiten, Konkurrenzdruck auf heimische Bienenarten) niemals vorhersehen lassen. Der meines Erachtens einzig verantwortbare Weg zur gezielten Nutzung von Wildbienen besteht darin, die lokale Bienenfauna zu untersuchen und die sich für Bestäubungszwecke günstig erweisenden Arten zu fördern.

Auch in Gewächshäusern und Isolierkabinen werden Wildbienen, z.B. *Osmia rufa*, *Osmia cornuta*, *Megachile rotundata*, *Anthophora acervorum*, genutzt (AUBURY & ROGERS 1971, BOHART & PEDERSEN 1963, HOLM 1973, HOLM & SKOU 1972, ZIMMERMANN 1972). Wesentliche Vorteile dieser Art des Einsatzes von Wildbienen bestehen darin, daß diese auch als Einzeltiere oder in sehr kleinen Beständen zur Bestäubung eingesetzt werden können, z. B. für die Pflanzenzüchtung. Auf diese Weise ist ihre Haltung unkompliziert und nur mit geringem Aufwand verbunden. Die Honigbiene bereitet dagegen bei der Verwendung in geschlossenen Räumen vor allem durch die hohe Individuenzahl ihrer Völker große Schwierigkeiten.

Zahlreiche Versuche wurden unternommen, Hummeln zu halten und zu vermehren (u.a. ALFORD 1969, DÖTTLINGER 1966, E. VON HAGEN 1986, H. VON HAGEN 1975, HOBBS et al. 1960, 1962, HOLM 1960, 1966, 1972, HOLM & HAAS 1961, HORBER 1961, MORGAN & PERCIVAL 1967, MORGNER 1973, PEDERSEN & BOHART 1950, POUVREAU 1965, 1970, RÖSELER 1985, ZAPLETAL 1961, 1966). Die Ergebnisse sind ermutigend, aber die Methoden noch nicht genügend ausgereift, um Hummeln ökonomisch einsetzen zu können.

Gemessen an der riesigen Artenzahl ist bisher von der Möglichkeit, Wildbienen zur Bestäubung gezielt einzusetzen, nur ansatzweise Gebrauch gemacht worden. Hier ist für die Zukunft noch ein weites

Betätigungsfeld gegeben, vorausgesetzt, der weltweiten Gefährdung oder Ausrottung von – teils noch nicht einmal beschriebenen – Wildbienenarten wird wirksam begegnet.

5.6.2 Bestäubung von Wildpflanzen

Wildbienen spielen aufgrund ihrer hohen Artenzahl und ihrer oft ausgeprägten Spezialisierungen neben Fliegen (Diptera) und Faltern (Lepidoptera) auch bei der Bestäubung von Wildpflanzen eine wichtige Rolle, insbesondere auch solcher Arten, die im Bestand gefährdet sind. Dies sollte bei der Ausweisung und der Pflege von Naturschutzgebieten berücksichtigt werden. Es bedeutet letztendlich, daß langfristig die Erhaltung zumindest eines Teils der Flora in Schutzgebieten nur dann gesichert ist, wenn gleichzeitig auch der Erhaltung der Wildbienen-Nistplätze Rechnung getragen wird. Dies ist meines Wissens bisher kaum bei der Erstellung von Pflegeplänen berücksichtigt worden. TEPEDINO (1979) hat darauf ebenfalls hingewiesen.

Verschiedentlich wird die Imkerei auch in Naturschutzgebieten betrieben oder angestrebt. Oft wird behauptet, die Honigbiene sei aufgrund ihrer Bestäubungsleistungen für die Naturschutzgebiete förderlich, ja sogar notwendig. Vom Problem möglicher Konkurrenz mit anderen, vorrangig zu schützenden Blütenbesuchern einmal abgesehen (vgl. Kap. 5.7), sind die in den Schutzgebieten vorkommenden Insektenarten auch ohne die Honigbiene für den Fortbestand insektenblütiger Wildpflanzen ausreichend. Dies ist zumindest dann der Fall, und das sollte in Naturschutzgebieten selbstverständlich sein, wenn außer der Nahrungsgrundlage auch ihre anderen Lebensansprüche erfüllt sind. Neben anderen Bestäubungsmechanismen (Windbestäubung, spontane Selbstbestäubung) können sich viele Wildpflanzen außerdem durch Apomixis (Bildung von Embryonen in den Samenanlagen ohne vorhergehende Befruchtung) vermehren (z. B. Löwenzahn, Habichtskräuter) oder vegetativ durch Ausläufer. Die Honigbiene kann zwar Bestäuber sein, effektiv aber nur bei Nahrungsquellen, die für sie attraktiv sind und sich für das Volk lohnen. Seltene oder zerstreut wachsende Pflanzenarten oder solche mit schwierig zu bedienenden Blüten, geraten dadurch ins Abseits (WESTERKAMP 1987). Eine zu starke Verringerung der Blütennahrung (Nektar) durch (nicht bestäubende) Honigbienen kann dazu führen, daß diese Pflanzen für ihre eigentlichen Bestäuber nicht mehr attraktiv sind und deswegen nicht bestäubt werden (z. B. *Styrax officinalis* nach SUGDEN 1982).

5.7 Konkurrenz zwischen Bienen

Konkurrenz ist der Wettbewerb von Organismen um den Anteil an einem begrenzten Umweltfaktor (Ressource), z. B. Nahrung, geeigneter Wohnraum. Mit zunehmender Populationsdichte der Konkurrenten verknappt die Ressource in steigendem Maße. Das Wachstum von Populationen wird u. a. auch durch Konkurrenz reguliert. Durch Vergleich der Ressourcen lassen sich die ökologischen Nischen einzelner Arten gegeneinander abgrenzen. Konkurrenz kann zwischen einzelnen Arten (zwischenartliche oder interspezifische Konkurrenz) bestehen oder innerhalb der Individuen ein und derselben Art (innerartliche oder intraspezifische Konkurrenz). Die Minderung der intraspezifischen Konkurrenz durch Nischentrennung ist eine wichtige ökologische Strategie, die zur Entwicklung neuer Arten führen kann. Daher ist die Konkurrenz zumindest eine der Triebkräfte der Evolution.

Die wichtigsten Umweltansprüche der Bienen beinhalten geeignete Nistgelegenheiten und Nahrungsquellen, um die sowohl verschiedene Bienenarten als auch Angehörige ein und derselben Art miteinander konkurrieren können. Die Nistplatzkonkurrenz soll an dieser Stelle aber außer acht gelassen werden (vgl. Kap. 3.1.12). In diesem blütenökologischen Kapitel interessiert vor allem die Konkurrenz um Nektar- und/oder Pollenquellen. Konkurrenzsituationen sind bei Bienen nichts Außergewöhnliches, sie sind die Regel. Sie können sich zwischen den verschiedenen sozialen Arten ergeben, zwischen sozialen und solitären oder nur zwischen solitären. Dies hängt weitgehend von dem Spektrum der Arten, ihrem Verhalten und ihrer Ökologie sowie dem Angebot an Nahrungsquellen ab. Aus der Sicht des Artenschutzes ist letztendlich nur entscheidend, ob eine Bienenpopulation durch den Konkurrenzdruck einer anderen Art in eine kritische Bestandessituation gerät.

Konkurrenz ergibt sich nur selten in Form von Aggressivität, meist ist eher ein Ausweichen vor dem dominierenden Konkurrenten zu beobachten bis hin zum völligen Meiden einer vom Konkurrenten besuchten Nahrungsquelle.

Bei sozialen Arten zeigt sich Konkurrenz am deutlichsten. Verschiedentlich wurde beobachtet, wie sich Hummeln gegenseitig die Nahrungsquelle streitig machen, indem kleinere Arten größeren ausweichen (MORSE 1977a, 1977b, 1978). HEINRICH (1976) schließt aus seinen Hummeluntersuchungen, daß an einem seiner Beobachtungsorte vier Hummelarten miteinander um Nektar konkurrieren.

Ähnliche Verhältnisse fanden auch SOWIG & PAULUS (1988) am Beinwell (*Symphytum officinale*). Hummeln können andere, kleinere Wildbienen-Arten von Nahrungsquellen verdrängen, wohl in erster Linie durch ihre Körpergröße. Regelmäßig konnte ich beobachten, daß Männchen von *Anthidium oblongatum* ihr Territorium um *Sedum reflexum*-Blütenstände aufgaben, sobald mehrere Hummeln gleichzeitig zum Nahrungserwerb einflogen. Einzeln auftretende Hummeln vermochten sie noch zu vertreiben. Die Weibchen suchten die *Sedum*-Blüten in einer solchen Situation nicht mehr zum Pollensammeln auf. Solitäre Bienenarten teilen sich sehr oft die gleichen Nahrungsquellen. Dabei sind polylektische Arten weniger benachteiligt, weil sie ausweichen können. Oligolektische Arten sind dazu in der Regel aber nicht in der Lage.

Nutzen mehrere Arten mit der gleichen Spezialisierung dieselben Pollenquellen, kann es hier zu einem Wettbewerb um die begrenzten Ressourcen kommen. Dies läßt sich z. B. bei *Campanula*-Spezialisten beobachten, die um die gleiche *Campanula*-Art konkurrieren: *Campanula rotundifolia* (Rundblättrige Glockenblume) wird an vielen Lokalitäten gleichzeitig von *Chelostoma fuliginosum*, *Chelostoma campanularum*, *Melitta haemorrhoidalis* und *Dufourea dentiventris* genutzt. *Echium vulgare* (Natterkopf) müssen sich *Osmia adunca* und *Osmia anthocopoides* teilen. *Colletes daviesanus*, *Colletes fodiens* und *Colletes similis* besuchen gleichzeitig *Tanacetum vulgare* (Rainfarn). Dies kann dazu führen, daß die entsprechenden oligolektischen Bienenarten nur in kleinen Populationen auftreten. Dieser Wettbewerb wird dann unbedeutend, wenn die spezifischen Pollenquellen reichlich vorhanden sind. Das große Spektrum an *Salix*-Arten (Weiden) in Weichholzaunen der Oberrheinebene mit ihrem riesigen Pollenangebot wird von mehreren Spezialisten gleichzeitig genutzt. Dabei können z. B. *Andrena vaga* oder *Colletes cunicularius* bei günstigen Nistbedingungen lokal Populationsgrößen von zehntausend und mehr Individuen erreichen, bezogen auf einen Nistplatz von rund 20 ar Größe.

Über Verdrängung und sogar aggressives Verhalten unter den Honigbienen (*Apis mellifera*) selbst wurde mehrfach berichtet. KALMUS (1941) dressierte ein Honigbienenvolk auf eine künstliche Zuckerquelle. Als er mit dem Nachschub der Zuckerlösung aussetzte, so daß die Ressource knapp wurde, verteidigten diese Honigbienen in aggressiver Weise die Futterquelle gegen ein anderes Honigbienenvolk einer anderen Rasse. Diese Art von aggressivem Verhalten kann sogar zur Gewohnheit werden unter Honigbienen, die in Gewächshäusern gehalten wer-

den. (LECOMTE 1955). Jeder Imker weiß, daß er in einem Gebiet mit begrenzter Tracht nicht beliebig viele Völker aufstellen kann, weil die Völker mit steigender Zahl zunehmend miteinander konkurrieren, weswegen sich der Honigertrag nicht beliebig steigern läßt. In Japan wurde beobachtet, wie *Apis mellifera* in aggressiver Weise die Indische Honigbiene *Apis cerana* von künstlichen Zuckerquellen verdrängt (SAKAGAMI 1959). Auch nach ATWAL & SHARMA (1971) dominiert *A. mellifera* über *A. cerana*.

Die Bienenart, die den größten Einfluß auf andere Bienenarten ausübt, dürfte zweifellos die Honigbiene sein. Schon allein ihre großen Kolonien, ihre Möglichkeit, auch weit entfernte Trachten zu nutzen, ihr Informationsaustausch über Futterquellen (»Tanzsprache«), ihre Anspruchslosigkeit hinsichtlich ihrer Pollenquellen sowie ihr schlagartiges, massenhaftes Auftreten an bestimmten Orten durch das häufig praktizierte Wandern mit den Völkern lassen einen Konkurrenzdruck auf andere Bienenarten erwarten. Arbeiten aus unterschiedlichsten Gebieten, vor allem aber aus der Neuen Welt befassen sich mit diesem Einfluß der Honigbiene auf andere Bienenarten. Bereits PEARSON (1933) erwähnt, daß die Honigbiene als eine in der Neuen Welt eingeführte Art die heimischen Wildbienen in gravierender Weise beeinträchtigt, vor allem in ungünstigen Jahren.

Mehrere Autoren haben seither auch experimentell die Konkurrenz um Blüten als Nahrungsquellen belegt. ROUBIK (1978, 1981, 1982b, 1983) hat sich eingehend mit dem Einfluß der in Südamerika eingebrachten Afrikanischen (»africanised«) oder Brasilianischen Honigbiene auf Wildbienen beschäftigt. Er brachte Stöcke dieser Rasse in die Nähe von Beständen verschiedener Blütenpflanzenarten in Französisch Guyana. Die Honigbienen verdrängten Stachellose Bienen (Meliponinen) von einigen dieser Pflanzen. Sie verdrängten, ohne sich aggressiv zu verhalten, Stachellose Bienen auch von künstlichen Futterquellen. Die Konkurrenz dieser Honigbienen-Rasse erstreckt sich vor allem auf die Nahrungsquellen mittelgroßer bis kleiner Bienen, nicht so sehr auf die großer Bienen. Die Auswirkungen treffen nicht nur oligolektische Arten, sondern auch soziale Generalisten, die aber die Verdrängung von bestimmten Nahrungsquellen besser ausgleichen können. ROUBIK mißt der Honigbiene aufgrund ihres flexiblen Sammelverhaltens und ihrer großen Individuenzahl erhebliche Wettbewerbsvorteile zu.

HOLMES (1961) bot sammelnden Honigbienen und Hummeln honiggefüllte Waben an. Die Hummeln vermieden die direkte Begegnung mit Honig-

bienen und arbeiteten auf der entgegengesetzten Seite der Wabe wie die Honigbienen. WRATT (1968) stellte fest, daß die Zahl von pollensammelnden Hummeln der Art *Bombus ruderatus* auf einem Rotkleefeld mit steigender Temperatur abnahm als Folge der Konkurrenz durch *Apis mellifera*. Die Entfernung von Honigbienen führte umgekehrt zu einer Zunahme von Hummeln mit kurzem und mittellangem Rüssel (PLOWRIGHT & LAVERTY 1984). BENEST (1976) untersuchte das Sammelverhalten von Honigbienen und drei Hummelarten auf einem Zwergdahlien-Feld in Frankreich. Individuen der gleichen Art sammelten zusammen auf einzelnen Blütenständen, vermieden es aber, auf demselben Blütenstand mit Individuen einer anderen Art gleichzeitig zu sammeln. GINSBERG (1979, 1983) fand heraus, daß die Verteilung von Honigbienen auf Beständen attraktiver Frühjahrsblüher sich von denen der heimischen Wildbienen unterschied. Honigbienen machten diesen die Futterquellen erheblich streitig. GINSBERG führt aus, daß der Einfluß der Honigbiene auf Wildbienen zwar von Jahr zu Jahr unterschiedlich groß ist, wenn aber keine alternativen Nahrungsquellen blühen, auf die (polylektische) Arten ausweichen können, wirkt sich der Konkurrenzdruck durch die Honigbiene katastrophal aus, bis hin zum völligen Verschwinden einzelner Wildbienen-Arten. Nach HEINRICH (1979a) scheint die Abnahme der Wildbienenpopulationen direkt proportional der Nektar- und Pollenmenge zu sein, die ihnen durch die Honigbiene unerreichbar gemacht wird. HEINRICH beobachtete eine fast totale Überschneidung in der Nutzung der Ressourcen zwischen eingeführten Honigbienen und heimischen Hummeln in Nordamerika. Er führt an, daß schon ein einziges Honigbienenvolk die Zahl von Hummelnachkommen in einer Saison erheblich reduziert. Auch BRIAN (1957) hält den Einfluß von Honigbienen auf die Reproduktion von Hummeln in solchen Fällen für fatal, wo Honigbienen massenhaft in den Lebensraum von Hummeln eingebracht werden.

Was den Einfluß der Honigbienen auf Spezialisten (oligolektische Bienen) angeht, so kann er in solchen Fällen enorm sein, in denen eine von Spezialisten benötigte Pollenquelle auch für die Honigbiene attraktiv ist (z. B. *Campanula*, *Echium*, *Bryonia*). Da eng spezialisierte Arten nicht ausweichen können, kommt es hier unweigerlich zu Beeinträchtigungen.

THORP & BRIGGS (1980) beschreiben Beispiele für die sogenannte Kleptolektie. Sie beobachteten, wie Honigbienen den bereits von Wildbienen der Arten *Diadasia enavata* und *Halictus ligatus* gesam-

melten Pollen aus deren Transporteinrichtungen (Scopae) stahlen. Leys (mündl. Mitt. 1986) stellte fest, daß in Holland solche Gebiete, in denen nicht geimkert wird, eine artenreichere Wildbienenfauna aufweisen, als solche mit intensiver Honigbienenhaltung. MABELIS (1987) zitiert den Wildbienenspezialisten Van der Vecht, der in holländischen Sandheiden ohne Imkerei wesentlich mehr Wildbienen fand als in solchen, in denen Bienenstöcke aufgestellt waren. Als Konsequenz daraus fordert er den Verzicht der Imkerei in Naturschutzgebieten und weitere Untersuchungen zu diesem Problem.

Die Honigbiene ist zwar darauf spezialisiert, Trachten mit einer hohen Blütendichte zu nutzen, dieses Sammelverhalten erstreckt sich aber nicht auf alle Flugbienen, wie regelmäßig beobachtet werden kann. Ein Teil nutzt selbst bei vorhandenen Massentrachten solche Blütenpflanzen, die nur in geringer Dichte blühen (Nebentrachten), besonders in der Nähe des Stocks (BAUER 1987). Bei der großen Volksstärke der Honigbiene sind bereits diese »Abweichler«, bei denen es sich übrigens nicht um Kundschafter handelt, ausreichend, um einen Konkurrenzdruck auf andere Arten auszuüben. Massentrachten sind heutzutage in der freien Landschaft ohnehin nur noch zeitweise und lokal vorhanden (Weiden, Obstbäume, Raps, Mais). Gerade in Naturschutzgebieten fehlen meist Massentrachten, vor allem dann, wenn eine große botanische Vielfalt Schutzziel ist (z. B. Magerrasen).

Der größte Teil der angeführten Untersuchungen wurde zwar nicht in Mitteleuropa durchgeführt, doch belegen die Ergebnisse zweifelsfrei den von Honigbienen ausgehenden Konkurrenzdruck, was auch durch EICKWORT & GINSBERG (1980) bestätigt wird. Es wäre allerdings zu wünschen, daß auch im mitteleuropäischen Raum gezielte Untersuchungen zu diesem Problemkreis angestellt werden.

Bei der heutzutage im Vergleich zu früheren Jahrzehnten sehr blütenarmen und deshalb blütenbesucherfeindlichen Kulturlandschaft sind die Naturschutzgebiete oft die einzigen Flächen, in denen sich noch ein Blüten- und daher auch Insektenreichtum findet. Aus Gründen der Umweltvorsorge und eines verantwortlichen Artenschutzes sollte daher das gezielte, auch nur vorübergehende Einbringen von Bienenvölkern (Einwandern) in Naturschutzgebiete (NSG) nur nach strenger Einzelprüfung zugelassen werden. Bienenstände sollten überhaupt nicht genehmigt werden. Magerrasen jeglicher Ausprägung (Trocken- und Halbtrockenrasen), Binnendünen, kleine Sandheiden sowie aufgelassene Sand-, Kies- und Lehmgruben sollten von einer Nutzung durch Imker verschont werden. Je nach Größe des Gebie-

tes und Abstand zu den nächsten Bienenstöcken werden sie durch einfliegende Honigbienen ohnehin bereits genutzt. Selbst wenn einzelne Insektenarten weniger davon betroffen sind, so ist doch eine Beeinträchtigung der Blütenbesuchergemeinschaft als solche in keinem Fall auszuschließen. Die Naturschutzgebiete umfassen zudem nur rund 1 % der Landesfläche, so daß sie für den Honigertrag ohnehin nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Hinzu kommt folgendes: Während Wildbienen unter natürlichen oder naturnahen Bedingungen durch natürliche Regulationsmechanismen in ihrer Populationsgröße begrenzt werden, reduziert der Mensch (Imker) bei der Honigbiene die begrenzenden Faktoren so weit wie möglich, z.B. durch Anbieten von Hohlräumen (Beuten) als Nistplätze, durch Zufütterung oder durch Bekämpfung von Krankheiten und Parasiten. Dadurch wird eine einzige Art, die Honigbiene, einseitig gefördert. Bei intensiver Honigbienenhaltung werden Volksstärken erreicht, wie sie unter natürlichen Bedingungen nie erreicht werden und auch bei staatenbildenden Wildbienen – zumindest im mitteleuropäischen Raum – nicht möglich sind. Hinzu kommt, daß unter natürlichen oder naturnahen Bedingungen die Dichte der Völker wesentlich geringer ist, während von Seiten der Imkerschaft aus verständlichen wirtschaftlichen Gründen (Honigproduktion) in der Regel eine hohe Dichte von Honigbienenvölkern angestrebt wird (HINTERMAIER 1987). In vielen Fällen ist die Konkurrenz also allein schon auf die »zu vielen« Honigbienen zurückzuführen. Gegen eine Völkerdichte, wie sie unter naturnahen Verhältnissen zu erwarten ist (Waldgebiete mit natürlichen Baumhöhlen als Nistplatz), wäre selbstverständlich nichts einzuwenden, nur entspricht dies absolut nicht einer rentablen imkerlichen Nutzung.

In vielen Gebieten ist die Honigbiene ohnehin nicht ursprünglich heimisch, sondern wurde oder wird durch den Menschen eingebracht. Dies gilt auch für die norddeutsche Tiefebene, wo unter den gegenwärtigen klimatischen Verhältnissen ein dauerhaftes Vorkommen der Honigbiene an vielen Orten unwahrscheinlich ist.

Auch wenn die Imkerei eine naturnahe und legitime Nutzung von Naturgütern darstellt, so bleibt sie doch stets eine Nutzung. Die bei Imkern weit verbreiteten Meinungen wie »Bienenschutz ist aktiver Naturschutz« oder »Bienen schützen und erhalten die Natur« beziehen sich ausschließlich auf die Honigbiene. Bienenschutz im Sinne von ausschließlichem Honigbienenschutz dient zwar den Interessen der Imker, ist aber kein anzustrebendes Ziel des Naturschutzes. Viel eher wird durch den Schutz von

Wildbienen ein umfassender Arten- und Biotopschutz erreicht, berücksichtigt man die vielfältigen Abhängigkeiten hinsichtlich Nahrungsquellen, Nistansprüchen und ökologischen Verflechtungen mit anderen Insektengruppen (Goldwespen, Keulenwespen, Schlupfwespen, Schmalbauchwespen, Fliegen, Käfer etc.).

Das Ziel der Imkerschaft sollte nicht sein, in einer Zeit ausgeräumter Feldfluren in die meist blütenreichen, vorrangig dem Artenschutz dienenden Naturschutzgebiete auszuweichen, sondern sich dahingehend zu engagieren, die ehemals große Struktur- und damit auch Trachtvelfalt einer extensiv genutzten Kulturlandschaft wiederherstellen zu helfen. Hier bietet sich ein reiches Betätigungsfeld, auch auf der politischen Ebene. Bei Anpflanzungen und Ansaaten darf sich die Auswahl nicht nur nach profitablen Trachtquellen der Honigbiene (vgl. BAUER 1985, 1987) richten, sondern muß die Ansprüche wildlebender Insekten mitberücksichtigen. Ein umfassender Schutz von Wildbienen zielt u. a. stets auf die Förderung blüten- und artenreicher Vegetation auch außerhalb der Schutzgebiete ab und so profitiert umgekehrt jeder Imker letztlich auch vom Wildbienenschutz.

Solche Bienenarten, die in ihren Nahrungsansprüchen nicht spezialisiert sind wie die Honigbiene kommen mit verschlechterten Umweltbedingungen ohnehin besser zurecht (TEPEDINO 1979: 144), besonders, wenn sie vom Menschen gezielt gefördert werden. Sie können den Bestandsrückgang der bereits durch anthropogene Lebensraumzerstörung stark zurückgedrängten Spezialisten noch weiter beschleunigen. WESTERKAMP (1987) fordert folgerichtig: Daher »müssen wir dringend Maßnahmen ergreifen, um Wildbienen zu fördern, wenn wir nicht über kurz oder lang nur noch in einer Einheitslandschaft mit Normbienen und Standardblumen leben wollen«.

5.8 Die Nahrungspflanzen der Wildbienen

Ganz allgemein werden Wildbienen an den verschiedensten Blüten angetroffen. Allerdings werden nicht alle Blütenpflanzen in gleichem Maße besucht, auch nicht von polylektischen Bienen. Selbst bei ihnen gibt es Pflanzen, die – zumindest im mitteleuropäischen Raum – als Hauptnahrungspflanzen gelten können und solche, die nur gelegentlich besucht werden. Nach allen bisherigen Erkenntnissen ist für die Populationsentwicklung einer Bienenart von

ausschlaggebender Bedeutung, ob das Angebot an spezifischen Pollenquellen gering oder reichlich ist, artspezifische Nistplätze vorausgesetzt. Daher muß das Hauptaugenmerk auf den Pollenquellen liegen, was nachfolgend auch besonders berücksichtigt ist.

Die Honigbiene und die ebenfalls durchweg hochgradig polylektischen Hummeln dürfen keineswegs als Maßstab für die Nutzung von Blüten gelten. Vor allem die Honigbiene und mit gewisser Einschränkung auch Hummeln nutzen als ausgesprochene Generalisten auch aus anderen Erdteilen importierte Blütenpflanzen. Blühende Nahrungspflanzen müssen in genügend großer Zahl vorhanden sein, um einer Bienenpopulation ausreichend Nahrung bieten zu können. Dies gilt insbesondere für die oligolektischen Arten. Weitere Kennzeichen einer »guten« Wildbienennahrungsquelle sind: weite Verbreitung, lange Blühzeit und große Blütenzahl pro Pflanze. Das weit verbreitete und häufige Gewöhnliche Bitterkraut (*Picris hieracioides*) z. B. hat eine unvergleichlich höhere Wertigkeit als Pollenquelle als ein seltenes, möglicherweise sogar endemisches Habichtskraut (*Hieracium*), auch wenn dieses lokal genutzt wird.

Wichtig ist auch, daß innerhalb des Aktionsradius einer spezialisierten Biene mehrere nah verwandte Pflanzenarten mit einer langen Blühzeitfolge wachsen. Dadurch können Schlechtwetterperioden viel besser ausgeglichen werden. Die Arten, die auf Weiden (*Salix*) spezialisiert sind, verkraften Regenperioden im Frühjahr dann wesentlich besser und erzeugen mehr Nachkommen, wenn mehrere Weidenarten nebeneinander vorkommen, die sich in ihrer Blühzeitfolge ergänzen. Ähnliches gilt auch für Spezialisten von Glockenblumen (*Campanula*), Kreuzblütlern (Brassicaceae), Lippenblütlern (Lamiaceae), Korbblütlern (Asteraceae) u. a. Einige weitere Beispiele: Im Jahre 1987 war der Frühsommer in Süddeutschland total verregnet und die in dieser Zeit fliegenden Wildbienen konnten ihrem Brutgeschäft nicht nachgehen. Als die Regenperiode aufgehört hatte, waren eine ganze Reihe von Nahrungspflanzen verblüht, die somit nicht genutzt werden konnten. Die Wollbiene *Anthidium manicatum*, die Ziest- (*Stachys*-)Arten besonders gerne besucht, konnte in meinem Biengarten dennoch für Nachkommen sorgen, weil der Deutsche Ziest (*Stachys germanica*) die Blühzeitfolge bis in den Spätsommer hinein verlängerte. Der Seidenbiene *Colletes similis* war es möglich, mehr Brutzellen zu versorgen, da Färber-Kamille (*Anthemis tinctoria*) und Balsamkraut (*Tanacetum balsamita*) noch lange als Pollenquellen dienen konnten, als der Rainfarn (*Tanacetum vulgare*) schon längst ver-

blüht war. In der noch extensiv genutzten kleinbäuerlichen Kulturlandschaft waren solche Blühzeitfolgen stets gegeben, da durch die Struktur- und Vegetationsvielfalt die oft unterschiedlichen Standortansprüche nah verwandter Pflanzenarten erfüllt waren. Heutzutage ist das Gegenteil die Regel.

Eine Analyse der von Wildbienen als Pollenquellen genutzten Pflanzenarten (s. Kap. 5.9) ergibt folgendes Bild: rund 400 der nach OBERDORFER (1983) etwa 3200 heimischen bedecktsamigen Pflanzenarten stellen die Nahrungsbasis der heimischen Wildbienen. Auffällig ist, daß viele Arten zur Ruderal- und Pioniervegetation im weiteren Sinne – Ackerwildkräuter eingeschlossen – gehören. Aus der Sicht des Wildbienenschutzes ist daher die Erhaltung und Förderung der Ruderalvegetation unverzichtbar. Dies sollte unbedingt stärker im Naturschutz berücksichtigt werden. Wie zu erwarten, spielen auch Arten der Magerrasen und der Glatthaferwiesen eine große Rolle. Sehr bedeutsam ist auch die Sandrasen-, Felsgrus- und Felsbandvegetation. Daneben finden sich in der Liste der Pollenquellen auch Arten der Hochstaudenfluren feuchter und nasser Standorte, der Zwergstrauchheiden sowie der Wälder und Gebüsche.

Seltene Pflanzenarten oder Arten der Roten Liste gefährdeter Pflanzen (HARMS et al. 1983) sind als Pollenquellen kaum vertreten. Lokal können sie zwar das Nahrungsangebot ergänzen, in der Regel vermögen sie aber nicht als alleinige Nahrungsgrundlage für Wildbienenpopulationen zu dienen. (Methodenkritik: Allerdings sind sehr seltene Pflanzenarten als Pollenquellen meist schwieriger zu belegen.) Daher ist ein botanischer Artenschutz, der sich lediglich nach Arten der Roten Liste ausrichtet, aus gesamtökologischer Sicht nicht ausreichend. Umgekehrt können aber Wildbienen für seltene oder gefährdete Pflanzenarten als Bestäuber wichtig sein und diese Bestäuber benötigen zusätzliche Nahrungsquellen in Form häufiger Pflanzenarten.

Der eher lexikonartig gedachte nachfolgende Teil enthält die Beschreibung der für Wildbienen bedeutsamen Pflanzenfamilien und -arten mit Angaben über Standort, Blütezeit, Verwendung als Nutz- oder Zierpflanze (vgl. HEGI 1906ff, OBERDORFER 1983) und Bedeutung als Pollen- und/oder Nektarquelle. Blütenökologische Besonderheiten, die für die Bestäubung oder die Nutzung durch Wildbienen wichtig sind, werden ebenfalls besprochen. Die Honigbiene und die Hummeln sind nur dann erwähnt, wenn sie regelmäßig als Besucher beobachtet werden. Es gibt nämlich eine ganze Reihe von Pflanzen, die zwar von ihnen, nie aber von anderen Bienen genutzt werden. Pflanzen, an denen bisher aus-

schließlich die Honigbiene festgestellt wurde, sind nur ausnahmsweise berücksichtigt. Was die Honigbienenweide betrifft, so sei auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen (u. a. BERNER 1979, MAURIZIO & GRAFL 1982, PROBST 1983, SCHMELZER et al. 1985). Gelegentlich sind auch solche Pflanzen erwähnt, die als Nahrungspflanzen nicht genutzt werden, obwohl ihre weite Verbreitung oder ihr Blütenreichtum dies erwarten ließe. Dies gilt in erster Linie für einige als Zierpflanzen oder -sträucher verwendete Arten. Die Auswahl der Pflanzenfamilien und -arten bezieht sich in erster Linie auf Süddeutschland. Nach Möglichkeit werden auch andere Gebiete Mitteleuropas (Norddeutschland, DDR, Österreich, Schweiz) berücksichtigt.

Die Pflanzenfamilien sind nach ihren wissenschaftlichen Bezeichnungen alphabetisch geordnet.

5.8.1 Aceraceae, Ahorngewächse

Die weltweit verbreitete Familie ist in Europa nur durch die Gattung *Acer* (Ahorn) vertreten und enthält nur laubabwerfende Bäume oder Sträucher. Alle Ahorn-Arten sind gute Nektarspender und werden deshalb von im Frühjahr fliegenden Wildbienen beider Geschlechter gerne zur Eigenversorgung besucht. Der Nektar sammelt sich in großen Tropfen auf dem Ringwall des Nektariums und ist für alle Insekten zugänglich. Die Pollenproduktion der Ahorn-Arten ist zwar verhältnismäßig spärlich, das reichliche Blütenangebot lockt aber viele Wildbienen auch zum Pollensammeln an, besonders Sandbienen (*Andrena*) und Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*) sowie die Mauerbienen *Osmia cornuta* und *O. rufa*. Oligolektische, auf *Acer* spezialisierte Wildbienen gibt es in Mitteleuropa nicht. Größte Bedeutung haben die drei frühblühenden einheimischen Arten, der Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), der Spitz-Ahorn (*Acer platanoides*) und der Feld-Ahorn (*Acer campestre*). Weitere Arten und Zuchtformen finden sich als Zierbäume und -sträucher in Parks und Gärten und sind in ihrer Bedeutung für Wildbienen des Siedlungsbereichs gleich einzuschätzen wie die besprochenen Arten.

Der Spitz-Ahorn (*Acer platanoides*) ist ein bis 20 m hoher Baum der Laubwälder vom Tiefland bis in die Gebirge und wird gern als Allee- und Parkbaum kultiviert. Er ist besonders im Frühjahr für Wildbienen attraktiv, wenn die aufrechten gelbgrünen Blütenstände noch vor den Blättern erscheinen. Nester der Mauerbiene *Osmia cornuta* waren zur Zeit der Spitz- und Bergahorn-Blüte reichlich mit dem grünlichen Ahornpollen verproviantiert.

Der Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) ist ein bis 40 m hoher Baum mit ausladender Krone, der 600 Jahre alt werden kann. Er wächst in Wäldern und Heckenlandschaften, besonders im Mittelgebirge und in den Alpen und wird als formenreiche Art in Bergtälern wie im Flachland häufig als Allee- und Parkbaum angepflanzt. Die Blüten erscheinen Mitte April bis Mitte Mai mit dem Laub.

Der Feld-Ahorn (*Acer campestre*) wird weniger hoch und wächst meist als dicht verzweigter Strauch in lichten Laubgehölzen, an Waldrändern, auf trockenen Südhängen und in Hecken. Er blüht etwas später, in der Regel im Mai, die Blüten erscheinen erst nach dem Laub. Er wird v. a. von verschiedenen *Andrena*-Arten zum Pollensammeln aufgesucht, u. a. von *A. bucephala* und *A. ferox*.

5.8.2 Amaryllidaceae, Narzissengewächse

Die Narzissengewächse sind vor allem in tropischen und subtropischen Gebieten verbreitet und eine große, gärtnerisch wichtige Familie, zu der Narzissen, Osterglocken, Schneeglöckchen und viele beliebte Gewächshaus- und Zimmerpflanzen gehören. Ihre mitteleuropäischen Vertreter haben für Wildbienen praktisch keine Bedeutung.

Als Besucher des Schneeglöckchens (*Galanthus nivalis*) und des Märzenbechers (*Leucojum vernalis*) kommt aufgrund der auffallend frühen Blütezeit nur die Honigbiene in Betracht, die an beiden Arten wegen ihrer nur geringen Nektarabsonderung vor allem pollensammelnd beobachtet werden kann. Die in Gärten angepflanzten, selten auch wild vorkommenden Narzissen und Osterglocken (*Narcissus*) werden gelegentlich von nektarsuchenden Wildbienen besucht, z. B. von Hummeln, von der Pelzbiene *Anthophora acervorum* oder der Mauerbiene *Osmia rufa*. Pollensammler sind mir nicht bekannt geworden.

5.8.3 Apiaceae (Umbelliferae), Doldenblütler

Die Doldengewächse sind eine große, weltweit verbreitete Familie von ein- bis mehrjährigen Kräutern, seltener Sträuchern und Bäumen. Möhren (*Daucus*) und Pastinak (*Pastinaca*) werden als Hackfrüchte in vielen Ländern angebaut. Andere Arten werden zum Würzen verwendet wie Gartenkerbel (*Anthriscus cerefolium*), Fenchel (*Foeniculum vulgare*), Liebstöckel (*Levisticum officinale*) und Petersilie (*Petroselinum crispum*). Verschiedene

Doldenblütler geben alkoholischen Getränken ihren Geschmack, vor allem Anis (*Pimpinella anisum*). Es gibt viele giftige Arten, von denen die bekannteste der Schierling (*Conium maculatum*) ist. Nur wenige werden als Zierpflanzen gezogen, z.B. verschiedene Mannstreu- (*Eryngium*-) Arten.

Auch in Mitteleuropa ist diese Pflanzenfamilie mit rund 100 Arten ausgesprochen formenreich. Ihre Vertreter sind im Blütenbau allerdings besonders einheitlich gestaltet. Die bei den Doldengewächsen vorherrschende Blütenstandsform ist die einfache oder zusammengesetzte, oft strahlende Dolde. Lediglich bei der Gattung *Eryngium* finden wir einen anders gebauten Blütenstand: die Blüten sind sitzend und dicht zu Köpfchen zusammengedrängt, die von stachelspitzigen Hochblättern umgeben sind. In den meisten Umbelliferen-Blüten liegt der Nektar offen. Er ist deshalb allen Insekten zugänglich, so daß Doldengewächse eine Vielzahl von meist kurzrüssligen Besuchern aufweisen (z.B. viele Schwebfliegen). Für Wildbienen sind Doldengewächse von hoher Bedeutung. Wegen des einheitlichen Blütenbaus unterscheiden diese oft nicht zwischen den einzelnen Pflanzenarten. Standort, Blütezeit und Häufigkeit entscheiden in der Regel über die jeweilige Bedeutung als Nahrungspflanze, aber auch Menge und Zuckergehalt des Nektars und das Pollenangebot sind möglicherweise dafür verantwortlich, daß bestimmte Umbelliferen häufiger besucht werden als andere. Neben zahlreichen polylektischen Arten sind einige oligolektische Wildbienen auf Doldenblütler spezialisiert. Diese gehören alle zur Gattung *Andrena* (Sandbienen): *A. nitidiuscula*, *A. pallitarsis*, *A. proxima* und *A. rosae*. Auch *Andrena hypopolia* bevorzugt außer Kreuzblütlern Doldengewächse. Von den zahlreichen Umbelliferen-Arten können hier nur wenige, für Wildbienen besonders wichtige herausgegriffen werden.

Der Wiesen-Kerbel (*Anthriscus sylvestris*) wächst in Fettwiesen sowie an Hecken- und Wegrändern. Durch reiche Stickstoffdüngung (Gülle) wird er stark gefördert, wodurch andere wertvolle Bienen-Nahrungspflanzen verdrängt werden. In den Monaten Mai und Juni ist er einer der meist besuchtesten Doldenblütler. Für die Sandbiene *Andrena proxima* und zahlreiche kleinere Sandbienen-Arten aus der Verwandtschaft der *Andrena minutula* ist er die wichtigste Pollenquelle.

Der Wiesen-Bärenklau (*Heracleum sphondylium*) tritt in Fettwiesen, an Ufern und Gräben und in Hochstaudenfluren oft an die Stelle des Wiesen-Kerbels, wenn dieser bereits verblüht oder vom ersten Wiesenschnitt erfaßt ist. Er bestimmt das Bild

der Mähwiesen vor dem zweiten Schnitt und gedeiht ebenfalls gut bei hohen Gaben von Stickstoff, Kali und Phosphor, unterdrückt und beschattet dann aber die konkurrenzschwächeren Arten seiner Umgebung. Er ist die Hauptpollenquelle der Sandbiene *Andrena rosae*. Nah verwandt mit dem Wiesen-Bärenklau ist der über 3 m hohe Riesen-Bärenklau (*Heracleum mantegazzianum*), der aus dem Kaukasus stammt. Als Zierpflanze wird er in Gärten und Anlagen gezogen. Da er aber eine starke Ausbreitungstendenz besitzt und andere heimische Pflanzenarten verdrängt, sollte er trotz seiner hohen Blütenbesucherzahl nicht gefördert werden.

Von mediterranen und asiatischen Formen der Wilden Möhre (*Daucus carota*), einer zweijährigen Pionierpflanze warmer Ruderalstellen, aber auch der Magerrasen und Fettwiesen, stammen unsere Kulturmöhren (Gelbe Rübe) ab. Die Wilde Möhre zählt neben Wiesen-Kerbel und Wiesen-Bärenklau zu den wichtigsten Pollenquellen des Hochsommers für solche Wildbienen, die Doldengewächse gerne oder ausschließlich besuchen. Sie ist die Hauptpollenquelle der Sandbienen *Andrena pallitarsis* und *A. nitidiuscula*.

Ein gesellig in Auenwäldern, an Waldrändern und Ufern und in Gärten vorkommender Nährstoff- und Fruchtbarkeitszeiger ist der Giersch (*Aegopodium podagraria*), der von Mai bis Juli blüht und eine dem Wiesen-Kerbel vergleichbare Bedeutung hat.

In sonnigen Waldsäumen dienen Heilwurz (*Seseli libanotis*) und Hirsch-Haarstrang (*Peucedanum cervaria*) im Hochsommer als Nahrungsquelle. Der zweijährige bis ausdauernde Fenchel (*Foeniculum vulgare*), eine alte Gewürz-, Gemüse- und Arzneipflanze, wird verschiedentlich kultiviert und ist bisweilen auch verwildert, gedeiht aber nur in wärmeren Lagen. Er duftet stark (ätherische Öle). Seine Blüten locken im Juli und August die verschiedensten Wildbienen an, die sich vor allem für den Nektar interessieren (v.a. *Halictus*, *Lasioglossum*, *Sphecodes*). Die Wald-Engelwurz (*Angelica sylvestris*) dient an Auwald-rändern, in Ufer-Staudenfluren und Naßwiesen in erster Linie als reich besuchter Nektarspender. Der Pastinak (*Pastinaca sativa*) blüht in Wiesen, an Böschungen, in Steinbrüchen und in lückigen Ruderalfluren von Juli bis September. Im Mittelalter war er wegen seiner rübenförmigen, verdickten Pfahlwurzel als Gemüse weit verbreitet und geschätzt. Für Hautflügler ist er eine beliebte Nektarquelle.

Die distelartigen *Eryngium*- (Mannstreu-) Arten sind beliebte Nektar- und Pollenquellen des Hochsommers. Größte Bedeutung hat unter ihnen der

Feld-Mannstreu (*Eryngium campestre*), der in son- nigen Kalk-Magerrasen oder in Sandfeldern wächst. Auf seinen Blüten kann man oft einen Großteil der in seinem Umfeld vorkommenden Wildbienen, Gold-, Grab-, Weg- und Faltenwespen antreffen. Im Küstenbereich ist die Stranddistel (*Eryngium maritimum*) sehr bedeutsam, die be- wegte Sandböden der Weißdünen besiedelt. In Gär- ten lockt der als Zierpflanze gezogene Flachblät- tige Mannstreu (*Eryngium planum*) zahlreiche Wildbienen und andere Hautflügler an.

5.8.4 Aquifoliaceae, Stechpalmengewächse

Diese Familie von Sträuchern und Bäumen ist in den gemäßigten und tropischen Zonen weit verbrei- tet und enthält als artenreichste Gattung die Stech- palmen (*Ilex*) mit rund 400 Arten. Das harte, weiße Holz der *Ilex*-Arten wird für Schnitzereien und vieles andere verwendet. Aus den Blättern von *Ilex paraguensis* bereitet man Matete.

Die Stechpalme (*Ilex aquifolium*) mit stachelspit- zig gezähnten, ledrigen, immergrünen Blättern ist ein bis 10 m hoher Baum oder Strauch. Sie wächst als Unterholz in Wäldern, an Waldrändern und in Hecken, wird aber auch in Gärten und Anlagen angepflanzt. Durch Verkümmern des einen Ge- schlechtes sind die unscheinbaren Blüten zweihäu- sig, so daß es weibliche und männliche Exemplare gibt. Die Nektarabsonderung der weiblichen und männlichen Blüten ist nur gering. Der Pollen wird – v.a. in Westeuropa – gelegentlich von Wildbienen der Gattungen *Andrena* (Sandbienen) und *Osmia* (Mauerbienen) gesammelt.

5.8.5 Araliaceae, Efeugewächse

Die Efeugewächse bestehen aus Kräutern, Sträu- chern und Bäumen hauptsächlich der Tropen, aber auch der gemäßigten Breiten. Ihre bekanntesten Vertreter sind neben dem Efeu der Ginseng (*Panax ginseng*), aus dessen Wurzeln ein Extrakt mit stimu- lierenden und angeblich aphrodisischen Eigenschaf- ten gewonnen wird. In Mitteleuropa ist nur der Efeu (*Hedera helix*) heimisch, aber wegen seiner späten Blütezeit (September bis Oktober) als Nahrungs- quelle für Wildbienen fast zu vernachlässigen.

Die Efeublüten, die in traubig angeordneten Dol- den stehen, sondern reichlich Nektar ab, der offen dargeboten wird und daher allen Insekten zugäng- lich ist. Neben verschiedenen Faltenwespen werden

vor allem Honigbienen als nektarsaugende Besu- cher beobachtet. Die Efeublüten werden von letzte- ren auch zum Pollensammeln befliegen. Mehrfach konnte die Seidenbiene *Colletes succinctus* als Pol- lensammler nachgewiesen werden, die sonst ein ty- pischer Besucher von *Calluna* (Heidekraut) ist.

5.8.6 Asteraceae (Compositae), Korbblütler

Die weltweit verbreiteten Korbblütler sind mit rund 19000 Arten neben den Orchideen die artenreichste Familie der Blütenpflanzen. Meist sind es immer- grüne Sträucher oder Halbsträucher, aber auch ein- bis mehrjährige Kräuter und sogar Bäume finden sich unter ihnen. Sie sind überwiegend in lichter, offener Vegetation zu finden, wobei sie trockenere Standorte bevorzugen und sogar in Halbwüstenge- bieten zu besonderer Entfaltung gelangen. Das Mit- telmeergebiet ist sehr reich an Arten. In Mitteleuro- pa sind es neben ein- bis zweijährigen überwiegend ausdauernde Kräuter. Im Verhältnis zu ihrem Ar- tenreichtum sind die Korbblütler arm an Nutzpflan- zen, die der Ernährung dienen, enthalten aber viele Heil- und vor allem Zierpflanzen. Wirtschaftlich wichtig sind einige Ölpflanzen, vor allem die Son- nenblume (*Helianthus annuus*) und verschiedene Salatpflanzen wie Kopfsalat (*Lactuca sativa*) und Endivie (*Cichorium endivia*). Bei der Artischocke (*Cynara scolymus*), einem Gemüse des Mittelmeer- raumes, sind der Köpfchenboden und der untere Teil der Hüllblätter essbar. Die Zahl der Zierpflan- zen ist ungeheuer groß. Zu den beliebtesten Einjah- resblumen gehören Ringelblume (*Calendula*), Mädchenauge (*Coreopsis*), Cosmee (*Cosmos*), Studentenblume (*Tagetes*) und Zinnie (*Zinnia*). Noch höher ist die Anzahl der für den Garten geeig- neten Stauden, unter denen die Gattung *Aster* mit vielen Arten vertreten ist. Daneben gibt es zahllose Sorten von Dahlien und Chrysanthemen. Auch so bekannte Wildkräuter wie Gänseblümchen, Löwen- zahn, Wegwarte und Disteln sind Korbblütler.

Für Wildbienen sind Korbblütler ungemein wich- tig. Viele von ihnen sind beliebte Nektar- und Pol- lenquellen der verschiedensten Bienenarten. Oben- drein stellen sie die unverzichtbaren Pollenquellen für viele oligolektische Arten.

Das hervorstechende Merkmal der Korbblütler ist die Ausbildung von Köpfchen: viele kleine Ein- zelblüten sind dicht zu Blütenständen mit einer sehr auffälligen Gesamtwirkung vereinigt. Jeder Son- nenblumenkern z. B. entsteht aus jeweils einer Blüte. Die Köpfchen, die oft quasi eine Einzelblüte »nach-



Die Sandbiene *Andrena denticulata* beim Pollensammeln auf den Köpfchen des Rainfarns (*Tanacetum vulgare*).

ahmen« und blütenökologisch wie eine radiäre Blume wirken, können sehr verschieden gestaltet sein. Die Einzelblüten sind jedoch recht einheitlich ausgebildet und treten in drei Typen auf, den Röhrenblüten, den Strahlenblüten und den Zungenblüten. Am häufigsten ist die Kombination von Röhrenblüten in der Mitte (der sogenannten »Scheibe«) mit einem Kranz von Strahlenblüten am Rand (z. B. Margerite). Daneben finden sich Arten, deren Körbchen nur Röhrenblüten enthalten (z. B. Rainfarn) sowie solche, die ausschließlich Zungenblüten aufweisen (z. B. Löwenzahn). Oft dienen die sterilen Randblüten ausschließlich als Schauapparat, der das Köpfchen auffälliger macht.

Die miteinander zu einer Röhre verbundenen Staubbeutel sind ein sehr charakteristisches Merkmal der Korbbblütler. In das Innere dieser Röhre wird der Pollen entleert. Die Pollenpräsentation verläuft bei allen Compositen in gleicher Weise. Die Blüten sind ausgesprochen proterandrisch. Der Griffel entwickelt sich erst spät. Er schiebt mit seinen Haaren den Pollen vor sich her, so daß er an der Spitze der Staubbeutelröhre austritt oder der Pollen wird an den Haaren der Außenseite, den sogenannten Fegehaaren abgeladen und von diesen exponiert. Erst später spreizen sich die beiden Griffeläste und die Narben werden zugänglich. Bei einigen Gat-

tungen (besonders innerhalb der Cynareen, also Disteln und Flockenblumen) sind die behaarten Staubfäden reizbar. Bei Berührung durch den Rüssel besuchender Insekten krümmen sie sich, wodurch die Staubblattzylinderröhre hinabgezogen wird. Die kranzförmige Griffelbürste fegt nun in dieser männlichen Phase den im Staubblattzylinder enthaltenen Pollen hinaus. Reine Pollensammler sind in dieser Phase daher als Pollendiebe zu betrachten. Später erst wächst der Griffel aus der Staubbeutelröhre hervor. In dieser zweiten, weiblichen Phase enthalten die Blüten keinen Pollen mehr, so daß reine Nektarsauger bzw. -sammler (Honigbienen) als Nektarräuber zu werten sind. Der Nektar wird bei allen Korbbblütlern so reichlich abgesondert, daß er in der Kronröhre emporsteigt und sowohl lang- wie kurzrüssligen Besuchern leicht zugänglich ist. Lediglich bei Arten mit langer Kronröhre wie z. B. Disteln (*Cirsium*) und Flockenblumen (*Centaurea*) sind langrüsslige Insekten im Vorteil. Der Pollen, der innerhalb der Familie eine große Mannigfaltigkeit an Formen aufweist, ist für alle an ihm interessierten Bienen erreichbar. Weiterhin ist für Blütenbesucher bedeutsam, daß sich bei vielen Korbbblütlern die Blütenköpfchen bereits am Nachmittag oder bei ungünstiger Witterung schließen.

Eine ganze Reihe von oligolektischen Bienenar-



Die Langhornbiene *Tetralonia alticincta* beim Pollensammeln auf dem Ruhr-Flohkraut (*Pulicaria dysenterica*).

ten sind auf Korbblütler als Pollenquellen spezialisiert. Eine klare Abgrenzung der einzelnen Spezialisierungen innerhalb der Familie der Korbblütler bereitet insofern Schwierigkeiten, als diese nur teilweise mit den Abgrenzungen der botanischen Systematik (z. B. den als Tribus bezeichneten Verwandtschaftsgruppen wie Inuleen, Anthemideen, Cynareen, Cichorieen) übereinstimmen.

Am leichtesten läßt sich die Sandbiene *Andrena denticulata* zuordnen. Sie wählt zum Pollensammeln Korbblütler der verschiedensten Verwandtschaftskreise ohne Bevorzugung bestimmter Gruppen. Bei ihr könnte man am ehesten von einer Familien-Spezialisierung sprechen. Ähnlich verhält es sich mit der Mauerbiene *Osmia spinulosa*, die allerdings eine Vorliebe für Köpfchen mit Röhren- und Strahlenblüten (z. B. Inuleen, Anthemideen) zeigt.

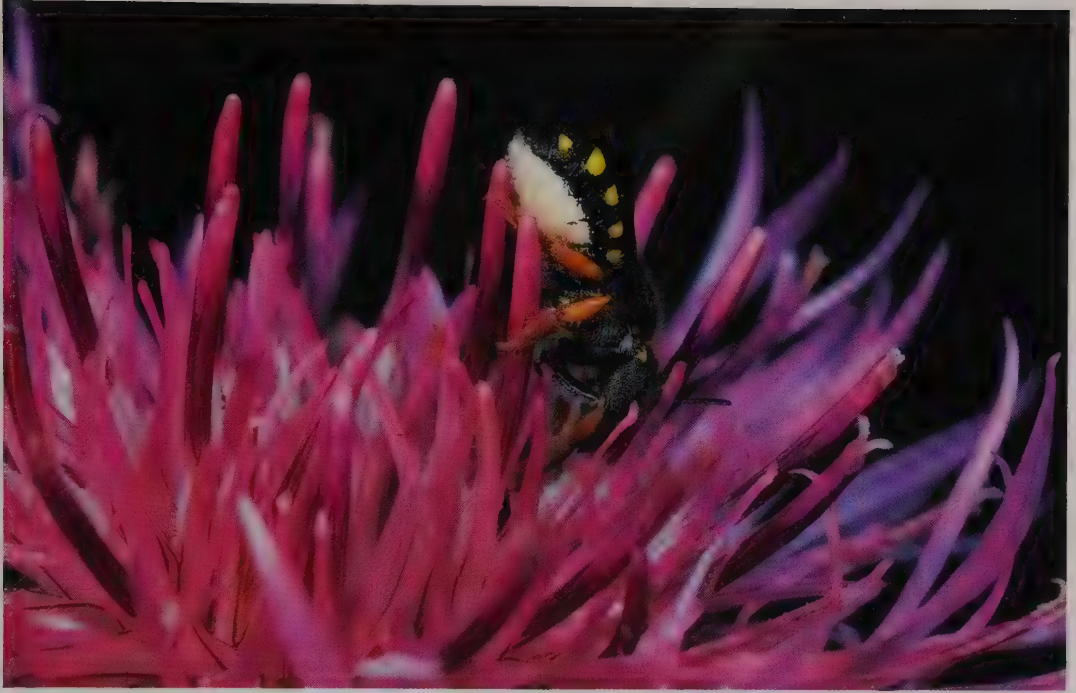
Die Seidenbienen *Colletes daviesanus*, *C. fodiens* und *C. similis* und die Maskenbiene *Hylaeus nigrinus* zeigen eine ausgesprochene Vorliebe für Rainfarn (*Tanacetum*), Schafgarbe (*Achillea*), Hundskamille (*Anthemis*) oder Alant (*Inula*), also Inuleen und Anthemideen. Zu diesem Typus könnte auch die Langhornbiene *Tetralonia alticincta* gerechnet werden, die allerdings aufgrund ihrer späten Flugzeit (Hoch- und Spätsommer) fast nur auf Flohkraut (*Pulicaria*) zu finden ist.

Die Seidenbiene *Colletes halophilus* sammelt auf so unterschiedlichen Compositen wie *Aster tripolium* und *Sonchus arvensis*. Aufgrund ihrer engen Bindung an Küstenbiotope und ihrer späten Flugzeit (Spätsommer und Herbst) stehen ihr allerdings nur noch eine beschränkte Zahl an Korbblütlern zur Verfügung.

Die Wollbiene *Anthidium lituratum* bevorzugt eindeutig Disteln (*Carduus*, *Cirsium*, *Onopordum*) und Flockenblumen (*Centaurea*), also Cynareen.

Habichtskraut (*Hieracium*), Pippau (*Crepis*), Ferkelkraut (*Hypochoeris*), Bitterkraut (*Picris*) oder Wegwarte (*Cichorium*), also Cichorieen, bevorzugen die Zottelbienen *Panurgus banksianus*, *P. calcaratus* und *P. dentipes*, die Scheinlappenbiene *Panurginus montanus*, die Sandbienen *Andrena humilis*, *A. rhenana* und *A. taraxaci* sowie die Glanzbiene *Dufourea vulgaris*. Zwischen gleichzeitig und benachbart blühenden Cichorieen wird von den Besuchern in der Regel nicht unterschieden.

Neben überwiegend Cichorieen besuchen die Sandbiene *Andrena fulvago*, die Hosenbiene *Dasygaster hirtipes* und die Mauerbiene *Osmia villosa* auch Cynareen, also Disteln und Flockenblumen. Die Löcherbienen *Heriades crenulatus* und *H. truncorum* bevorzugen Inuleen und Anthemideen, besuchen aber auch Cynareen und gelegentlich auch Ver-



Die Wollbiene *Anthidium lituratum* beim Pollensammeln auf der Skabiosen-Flockenblume (*Centaurea scabiosa*).

treter anderer Verwandtschaftsgruppen wie Cichorien, Calenduleen und Heliantheen.

Die an Korbblütlern oligolektischen Bienenarten bestätigen die verschiedentlich betonte Einheitlichkeit der Familie Asteraceae (= Compositae) und sprechen gegen eine Trennung in die zwei Familien Cichoriaceae und Asteraceae.

Von den ungemein zahlreichen mitteleuropäischen Compositen können hier nur die für Wildbienen wichtigsten angeführt werden.

Beim Huflattich (*Tussilago farfara*) erscheinen die blühenden Sprosse bereits im zeitigen Frühjahr vor den Blättern. Dreißig bis vierzig goldgelbe, rein männliche Scheibenblüten werden von fast 300 ebenso gefärbten, rein weiblichen, nektarlosen Randblüten umgeben. Die Köpfchen schließen sich in der Nacht und bei schlechtem Wetter. Der Huflattich ist Nektar- und Pollenquelle für einige Frühjahrsbienen, insbesondere Sandbienen (*Andrena*) und Furchenbienen (*Lasioglossum*).

Die vielen Arten der Gattung *Aster* haben mit Ausnahme der Strand-Aster (*Aster tripolium*) für Wildbienen wenig Bedeutung. Bei ihrer meist späten Blühzeit (Ausnahme z. B. *Aster bellidiastrum*) werden in der Regel nur Nektarbesucher, meist Männchen sozialer Arten, beobachtet. Als Pollenquelle spielen sie nur eine geringe Rolle. Dies gilt insbeson-

dere für die Gold-Aster (*Aster linosyris*), die Trockenheit und Wärme liebt, und die Kalk-Aster (*Aster amellus*), die im Saum sonniger Büsche und Wälder und in brachgefallenen Magerwiesen (»versauerten« Halbtrockenrasen) wächst. Die meisten als potentielle Besucher in Frage kommenden Wildbienen haben während der Blütezeit dieser *Aster*-Arten ihre Brutversorgung weitgehend abgeschlossen. Bei witterungsbedingter Verzögerung der Brutversorgung (verregnete Frühsommer) dient *Aster amellus* noch der Mauerbiene *Osmia spinulosa* als Pollenquelle. *Aster tripolium*, die als Salzpflanze unter den heimischen *Aster*-Arten eine Sonderstellung einnimmt und an Meeresküsten (z. B. der Nord- und Ostsee) in Salzwiesen und an Gräben wächst, ist die Hauptpollenquelle für die Seidenbiene *Colletes halophilus*.

Das Gänseblümchen (*Bellis perennis*), das auf kurz geschorenen Park- und Gartenrasen oft den Blühaspekt bestimmt, wird vor allem im zeitigen Frühjahr gelegentlich als Nektarquelle besucht, bisweilen sind auch Pollenbesuche vor allem durch Furchenbienen (*Lasioglossum*) zu beobachten. Ein massenhaftes Auftreten des Gänseblümchens auf Rasen zeigt Nutzungsverhältnisse (häufige Mahd mit dem Rasenmäher) an, die ein sehr arten- und blütenarmes Nahrungsangebot für Wildbienen bedingen.



Die Hosenbiene *Dasygaster hirtipes* beim Pollensammeln im Köpfchen der Wegwarte (*Cichorium intybus*).

Von der Gattung *Solidago* (Goldrute) ist nur die Gewöhnliche Goldrute (*Solidago virgaurea*) ursprünglich in Mitteleuropa heimisch. Drei weitere Arten, als Zierpflanzen im letzten Jahrhundert aus Nordamerika nach Europa eingeführt, sind inzwischen eingebürgert und an vielen Stellen zu einem festen Bestandteil der Vegetation geworden, allerdings mit nicht zu übersehenden Konsequenzen. Die Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis*) und die Späte Goldrute (*Solidago gigantea*) treiben im Gegensatz zur heimischen Goldrute lange Ausläufer, mit deren Hilfe sie verhältnismäßig schnell eine größere Fläche besiedeln können. Gleichzeitig produzieren sie außerordentlich viele Samen, die durch den Wind verbreitet werden, wenn auch ein Großteil der Samen nicht keimfähig sein soll (MAURIZIO & GRAFL 1982). Auf diese Weise besiedeln sie gestörte Bodenstellen rasch, dringen in vorhandene Pflanzengesellschaften ein und bauen diese ab. Als Ergebnis finden sich teilweise über mannshohe Dickichte. Diese Massenbestände, die im Spätsommer und Herbst zur Blüte gelangen, sind zweifellos eine gute Honigbientracht, die daher auch von Imkern gefördert wird.

Von einigen Wildbienen-Arten und anderen Hautflüglern werden die eingeschleppten Goldruten als Nektar- oder Pollenquelle ebenfalls besucht.

Die negativen Auswirkungen auf die heimische Vegetation, u. a. durch Verdrängen zahlreicher anderer wichtiger Wildbienen-Futterpflanzen, überwiegen aber bei weitem den Vorteil der zeitlich begrenzten Spätsommertracht. Wegen dieses ungemein starken Ausbreitungs- und Verdrängungsverhaltens können die Kanadische und die Späte Goldrute also auch aus der Sicht des Wildbienenschutzes auf gar keinen Fall als Trachtquellen empfohlen werden. Ihre gezielte Förderung ist daher abzulehnen. Eine Zurückdrängung auf bereits besiedelten Standorten ist nur über eine regelmäßige Mahd während der Vegetationsperiode möglich.

Die Sand-Strohblume (*Helichrysum arenarium*) tritt als Sandzeiger meist gesellig in Sandmagerrasen, auf Dünen, an Böschungen und Wegrändern auf. Ziemlich kleine, leuchtend gelb gefärbte Köpfchen sind in dichten Köpfchenständen gehäuft. In floristisch artenarmen Sandgebieten erweitert die Sand-Strohblume das Pollenangebot für einige oligolektische Bienenarten, z. B. die Seidenbiene *Colletes fodiens*. In Steingärten wird das mittelasiatische *Helichrysum thianshanicum* bzw. die Kreuzung *Helichrysum* × 'Schwefellicht' kultiviert, auf denen die Seidenbiene *Colletes davesanus* gerne Pollen sammelt und deren dicht wollig behaarte Blütenstände und Blätter den Wollbienen *Anthidium manicatum*,

A. oblongatum und *A. punctatum* Pflanzenhaare zum Nestbau liefern.

Die meisten Arten der Gattungen *Inula* (Alant), *Bupthalmum* (Ochsenauge) und *Pulicaria* (Flohkraut) besitzen recht einheitliche, große Köpfchen mit auffälligen, gelben, zungenförmigen Randblüten und locken ein weitgehend übereinstimmendes Besucherspektrum an. Unterschiede in den Besuchern sind meist durch Blütezeit, geographische Verbreitung oder Standort bedingt.

Die für Wildbienen wichtigsten Alant-Arten sind der Rauhe Alant (*Inula hirta*), der Deutsche Alant (*Inula germanica*), der Wiesen-Alant (*Inula britannica*), der Schwert-Alant (*Inula ensifolia*) und der Weiden-Alant (*Inula salicina*), wobei die zuletzt genannte Art durch ihre relative Häufigkeit im behandelten Gebiet am wichtigsten sein dürfte. Die *Inula*-Arten blühen durchweg im Hochsommer etwa in der Reihenfolge *I. hirta*, *I. ensifolia*, *I. germanica*, *I. salicina*, *I. britannica*. Sie stellen durchweg recht hohe Wärmeansprüche und sind sehr lichtbedürftig. *I. hirta*, *I. germanica* und *I. ensifolia* wachsen nur an sommerwarmen, trockenen Standorten wie Kalkmagerrasen oder sonnigen Gebüschsäumen und weisen eine kontinentale Tendenz auf. *I. britannica* besiedelt feuchte bis nasse Böden, *I. salicina* kommt sowohl in Moorwiesen als auch in wechselfeuchten Magerrasen und sonnigen Säumen vor. Von den einheimischen Arten wird *I. ensifolia* in einer niedrigen, buschig wachsenden Sorte in Steingärten und an Trockenmauern gepflanzt, wo sie sich gut bewährt. *I. helenium* ist als stattliche Staude für feuchte Lagen geeignet und ist eine alte Arzneipflanze der Bauerngärten, die nicht selten verwildert.

Das Weidenblättrige Ochsenauge (*Bupthalmum salicifolium*) ist hauptsächlich in den Alpen, in deren Vorland und einigen Mittelgebirgen verbreitet und kommt dort vorwiegend in Kalkmagerrasen und im Saum sonniger Gebüsche vor. Die Köpfchen ähneln sehr denen des Weiden-Alants. In tieferen Lagen beginnt es oft schon im Juni zu blühen.

Das Ruhr-Flohkraut (*Pulicaria dysenterica*) ist ein ausdauernder Wurzelkriech-Pionier und wächst an Wegen, in Moorwiesen oder Feuchtweiden, an Ufern und Gräben. Über 600 gelbe Scheibenblüten sind bei dieser Art von rund 100 gleichfalls gelben Randblüten umgeben. In Mitteleuropa und in nördlichen Teilen Südeuropas ist das Flohkraut die Hauptpollenquelle der Langhornbiene *Tetralonia alticincta*. Aber auch von anderen Wildbienen wird diese von August bis September blühende Art gerne zum Pollensammeln befliegen.

Die Färberkamille (*Anthemis tinctoria*) war frü-

her eine Färberpflanze (Blüten), deren vielfach bevorzugte Standorte heute Straßenböschungen und Eisenbahndämme sind, die aber auch in gestörten Magerrasen vorkommt. Der Staudenhandel bietet sie auch für den Garten an. Wie die *Inula*-Arten ist sie eine vielbesuchte Pollenquelle der Sommermonate.

Die Wiesen-Schafgarbe (*Achillea millefolium*) besiedelt in mehreren, oft schwer untereinander abgrenzbaren Formen die unterschiedlichsten Standorte, vorwiegend aber Wiesen und Magerrasen. Zahlreiche, oft über hundert Blütenköpfchen sind doldenrispig zu einer Fläche zusammengestellt. Ein Köpfchen enthält etwa 20 Scheibenblüten mit jeweils einer kaum 2 mm langen Röhre, die sich in ein rund 1 mm langes Glöckchen fortsetzt. Der Nektar ist auch kurzrüssligen Bienen zugänglich. Die bis 1 m hohe, ostmediterrane Gold-Schafgarbe (*Achillea filipendulina*), die wegen ihrer großen, goldgelben Doldenrispen häufig in Staudenbeeten kultiviert wird, ist im Garten eine wichtige und vielbesuchte Pollenquelle der Seidenbiene *Colletes daviesanus*, der Maskenbiene *Hylaeus nigritus* und der Löcherbiene *Heriades truncorum*.

Der Rainfarn (*Tanacetum vulgare*) bildet oft dichte Herden an Wegen, Schuttplätzen, Dämmen und Ufern. Zahlreiche goldgelbe, strahllose Köpfchen setzen sich aus jeweils mehreren hundert Blütchen zusammen. Die Kronglöckchen sind nur 2 mm tief, weswegen auch kurzrüsslige Hautflügler bequem Nektar saugen können. Aber auch als Pollenquelle ist der Rainfarn bei vielen Arten beliebt. In einigen Gebieten (z. B. Oberrheinebene) ist er die wichtigste Pollenquelle für die Seidenbienen *Colletes daviesanus*, *C. fodiens* und *C. similis*. Das Mutterkraut (*Tanacetum parthenium*), das früher regelmäßig in Bauerngärten als Zier- und Arzneipflanze kultiviert wurde, blüht bereits vor der Gold-Schafgarbe und wird dort (nur als ungefüllte Form) im Juni/Juli von den gleichen Wildbienen besucht, die nach der Blüte des Mutterkrauts die Gold-Schafgarbe bevorzugen.

Die Gewöhnliche Margerite (*Leucanthemum vulgare* = *Chrysanthemum leucanthemum*) ist formenreich und vor allem in Fettwiesen häufig. Die Köpfchen sind sehr auffällig durch die gelben Scheibenblüten, die von weißen Randblüten umgeben sind. Die Art wird zwar als Pollenquelle hin und wieder von polylektischen Wildbienen genutzt, sehr beliebt ist sie jedoch nicht.

Von den zwei mitteleuropäischen Kugeldistel- (*Echinops*-) Arten ist keine in Deutschland ursprünglich heimisch, vor allem die Bienen-Kugeldistel (*Echinops sphaerocephalus*) ist aber hie und

da als Zier- oder Honigbientrachtepflanze in Kultur. Sie und die sehr ähnliche Ruthenische Kugeldistel (*Echinops ritro*) sind gelegentlich verwildert oder eingebürgert. In den Kronröhren der amethystfarbenen Blütenköpfe von 5–6 cm Durchmesser steigt der Nektar weit nach oben, so daß er auch kurzrüssligen Insekten zugänglich ist. Neben Honigbienen werden vor allem nektarsaugende Hummeln angelockt. Besonders Hummelmännchen sind bisweilen in großer Anzahl auf den Blütenköpfen anzutreffen. Vereinzelt sammeln verschiedene Wildbienen auch Pollen.

Die Silber-Distel (*Carlina acaulis*), eine Charakterpflanze der Wacholderheiden der Schwäbischen Alb, blüht meist erst im Spätsommer. Ihre Besucher sind überwiegend nektarsaugende Hummeln. Als Pollenquelle von Wildbienen hat sie keinerlei Bedeutung.

Alle »Disteln« im weiteren Sinne, also Arten der Gattungen *Carduus* (Distel), *Cirsium* (Kratzdistel) und *Onopordum* (Eselsdistel) sind wichtige Wildbienen-Nahrungspflanzen. In ihren Blütenköpfchen sind sie sich alle sehr ähnlich und die Besucher unterscheiden auch kaum zwischen den einzelnen Arten. Zwar benötigen sie in der Regel einen längeren Rüssel zum Nektarsaugen, das hält allerdings viele Wildbienen nicht davon ab, in ihren purpurnen Köpfchen Pollen zu sammeln. So bevorzugt die Wollbiene *Anthidium lituratum* neben Flockenblumen in erster Linie Disteln zum Pollensammeln, unter denen die Gewöhnliche Kratzdistel (*Cirsium vulgare*) wegen ihrer weiten Verbreitung den höchsten Stellenwert haben dürfte. Die Nickende Distel (*Carduus nutans*), die Weg-Distel (*Carduus acanthoides*), die Gewöhnliche Kratzdistel (*Cirsium vulgare*) und die Eselsdistel (*Onopordum acanthium*) sind zweijährige Ruderalpflanzen, während die nachfolgenden drei Arten ausdauernd sind: die Knollige Kratzdistel (*Cirsium tuberosum*) wächst in Moorwiesen und wechsellackenen Magerrasen; die Stengellose Kratzdistel (*Cirsium acaule*) ist in sonigen Kalkmagerweiden charakteristisch; die Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) ist ein bis 280 cm tief wurzelnder Stickstoffzeiger, der bei Landwirten nicht sonderlich beliebt ist.

Die Flockenblumen (*Centaurea*) kommen in ihrer Bedeutung für Wildbienen etwa den Disteln gleich. Die häufigste Art dürfte bei uns die Wiesen-Flockenblume (*Centaurea jacea*) sein, die auf Wiesen, Weiden und Magerrasen vorkommt. Die Skabiosen-Flockenblume (*Centaurea scabiosa*), die auf Kalkmagerrasen, Wiesen, trockenen Weiden und an buschigen Hängen wächst, ist blütenökologisch der Wiesen-Flockenblume gleichzusetzen. In Gegen-

den, wo die zwei- bis mehrjährige Rispen-Flockenblume (*Centaurea paniculata*) auf Magerrasen, Bahndämmen, Böschungen und Ruderalstellen vorkommt, wird sie von Wildbienen gerne besucht. Von mir untersuchte Nester der Wollbiene *Anthidium lituratum* waren verschiedentlich ausschließlich mit ihrem Pollen verproviantiert. Die ein- bis zweijährige, blau blühende Kornblume (*Centaurea cyanus*) war schon seit der jüngeren Steinzeit ein Kulturbegleiter und eine Charakterart der Getreidefelder (v.a. Wintergetreide) auf leichten Böden. Zusammen mit dem Mohn gehört sie zu den Abzeichen des Erntefestes. In Bauerngärten wird sie gerne als Zierpflanze kultiviert. Die Kornblume ist nicht nur bei Menschen allgemein sehr beliebt – sie war bekanntlich die Lieblingsblume Kaiser Wilhelms I. –, sondern übt auch auf Wildbienen als Pollenquelle eine hohe Attraktivität aus. In Pollenladungen von Wildbienen, die in früheren Jahrzehnten gesammelt wurden und heute in Museen aufbewahrt werden, konnte ich immer wieder den sehr charakteristischen Kornblumen-Pollen finden. Wildbienen der verschiedensten Gattungen nutzten in der Feldflur vergangener Zeiten das ungemein reiche Pollenangebot, welches das blaue Heer der Kornblumen während ihrer Blütezeit im Hochsommer lieferten. Mit ihrem Rückgang in den vergangenen Jahrzehnten durch Saatgutreinigung und Herbizide ist auch zahlreichen Wildbienen eine wichtige Futterpflanze entzogen worden.

Die ausdauernde Gewöhnliche Wegwarte (*Cichorium intybus*) wächst vorzugsweise an Weg- und Straßenrändern sowie an Bahn- und Flußdämmen. Die im Sonnenschein zu einer meist blauen Scheibe ausgebreiteten Köpfchen enthalten nur wenige Blüten. Sie öffnen sich in den frühen Morgenstunden und schließen sich um die Mittagszeit wieder. Der weiße Pollen wird von einigen polylektischen (z.B. *Lasioglossum nigripes*) wie oligolektischen Wildbienen (z.B. *Dasygaster hirtipes*, *Panurgus calcaratus*) gesammelt.

Unter den Löwenzahn- (*Leontodon*-) Arten sind besonders der Rauhe und der Herbst-Löwenzahn wichtige Nahrungsquellen von Wildbienen. Der Rauhe Löwenzahn (*Leontodon hispidus*) wächst in Fettwiesen und -weiden, aber auch in Magerrasen und Naßwiesen. Seine goldgelben Scheiben breiten sich vormittags bei sonnigem Wetter aus (5–15 Uhr). In Wiesen und Magerrasen ist er im Juni eine regelmäßige Pollenquelle der oligolektischen Sandbienen *Andrena fulvago* und *A. humilis*. Der Herbst-Löwenzahn (*Leontodon autumnalis*) kommt erst später zum Blühen. Seine Hauptvorkommen befinden sich im Siedlungsbereich und dort in Parkrasen.

Das Gewöhnliche Bitterkraut (*Picris hieracioides*) besiedelt als zweijährige Pionierpflanze überwiegend Ruderalstellen wie Wege, Dämme, Gruben, Gewerbe- und Industriegebiete oder Steinbrüche. Die goldgelben Köpfchen breiten sich bei sonnigem Wetter aus, schließen sich aber bei trüber Witterung. Die ausgesprochen lange Blütezeit (Juli bis Oktober) und die immer wieder neu aufblühenden Köpfchen machen das Bitterkraut zu einer der für Wildbienen bedeutendsten Compositen des Hochsommers. Mindestens 40 Bienenarten nutzen diese Pflanze als Pollenquelle.

Der Binsen-Knorpelsalat (*Chondrilla juncea*) ist nur zerstreut verbreitet. Dort, wo er vorkommt (z. B. Kaiserstuhl), bieten seine überaus zahlreichen Köpfchen (Vormittagsblüher) oligolektischen Arten, die Cichorieen bevorzugen wie die Hosenbiene *Dasypoda hirtipes*, ein reiches Pollenangebot. Der über 2 m tief wurzelnde Rohbodenpionier besiedelt vorwiegend halbruderalen Magerrasen, Weiraine und Böschungen, Brachen und Sandfelder.

Das Gewöhnliche Ferkelkraut (*Hypochoeris radicata*) ist ein ausdauernder Magerkeits- und Säurezeiger. Er ist in mageren Wiesen, Weiden, Parkrasen, sowie in Heiden und Sandrasen verbreitet. Die Köpfchen, die in der Regel 50 bis 100 Einzelblüten enthalten und aufgeblüht (fast nur vormittags) eine Scheibe von bis zu 4 cm Durchmesser bilden, werden von zahlreichen Wildbienen besucht.

Der sehr formenreiche Wiesen-Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) wächst am üppigsten auf tiefgründigen, etwas frischen und gut gedüngten Wiesen und beherrscht zunehmend das heutige Wirtschaftsgrünland, wo Gülle (Jauche) reichlich ausgebracht wird. Jeder Kopf enthält 100 bis 200 Blüten, die sich im Sonnenschein morgens zu einer flachen, leuchtend gelben Scheibe ausbreiten und zahlreiche Insekten anlocken. Die Köpfchen schließen sich am Nachmittag wieder. Der Löwenzahn hat ein reiches Besucherspektrum an Wildbienen; über 70 Bienenarten nutzen ihn als Pollenquelle. Wo er allerdings in Massen auftritt und den Blühaspekt bestimmt, ist er ein Zeichen für eine artenarme Grünlandvegetation, in der aufgrund der Bewirtschaftungsverhältnisse nur noch wenige Wildbiennahrungspflanzen existieren können. Der Wiesen-Pippau (*Crepis biennis*) ist ein zweijähriger Nährstoffzeiger vor allem der Fettwiesen und Wegränder. Für die Glatthaferwiesen des Flach- und Hügellandes stellt er eine sehr charakteristische, wenn auch nicht aspektbildende Erscheinung dar und vermag auch noch in schwach gedüngten und trockenen Wiesen reichlich aufzutreten. Die großen, goldgelben, bei Sonnenschein ausgebreiteten Köp-



Die Zottelbiene *Panurgus calcaratus* »robbt« sich beim Pollensammeln durch das Köpfchen des Gewöhnlichen Bitterkrauts (*Picris hieracioides*).

chen werden von zahlreichen Insekten besucht. In den Wiesen ist er im Mai und Juni vor allem für solche Wildbienen bedeutsam, die Korbblütler bevorzugen, z. B. *Andrena fulvago* und *Andrena humilis*.

Die ausdauernde Acker-Gänsedistel (*Sonchus arvensis*) wächst an stickstoffreichen Orten, in Äckern, auf Böschungen und an Wegrändern. In den Lebensräumen der Küste ist sie neben der Strand-Aster die wichtigste Pollenquelle der Seidenbiene *Colletes halophilus*.

Die Gattung *Hieracium* (Habichtskraut) ist eine der formenreichsten und in der Artabgrenzung schwierigsten unter den Blütenpflanzen. Dies hat seinen Grund darin, daß die Habichtskräuter zum Teil noch in voller Entfaltung begriffen sind. Habichtskräuter besiedeln die unterschiedlichsten Standorte. Neben stark anpassungsfähigen Pionieren gibt es Spezialisten mit engen Standortansprüchen. Viele Hieracien sind Magerkeitszeiger und somit in gewisser Weise auch Zeiger für Lebensraumverhältnisse, die den Ansprüchen zahlreicher Wildbienen entgegenkommen. Ihre Blütezeit reicht

von April bis November. Aufgrund des durchweg einheitlichen Baus der Blütenköpfchen unterscheiden die besuchenden Wildbienen wenig zwischen den einzelnen *Hieracium*-Arten bzw. -Formen, insbesondere, wenn sie gleichzeitig und benachbart blühen. Die Bedeutung einzelner Hieracien für Wildbienen steigt mit der Zahl der Köpfchen und dem Zusammenfallen von Blühzeit der Pflanze und Flugzeit der Biene. Sehr spät blühende Arten wie z. B. das Savoyer Habichtskraut (*Hieracium sabaudum*) spielen für Wildbienen nur dann noch eine gewisse Rolle, wenn sich deren Flugzeit bis in den Herbst hinein erstreckt. Aufgrund der schwierigen Bestimmung der Hieracien ist im speziellen Teil in all den Fällen, wo keine eindeutige Zuordnung zu einer bestimmten Art möglich war, lediglich der Gattungsname *Hieracium* angegeben. Gut kenntlich sind u. a. die beiden folgenden Arten. Die häufigste *Hieracium*-Art ist das vielgestaltige Kleine Habichtskraut (*Hieracium pilosella*), eine Ausläufer bildende Pionierpflanze, die magere Bodenverhältnisse anzeigt. Bei sonnigem Wetter öffnen sich die hellschwefelgelben Köpfchen, die einzeln auf dem Schaft stehen, vormittags und schließen sich am frühen Nachmittag oder bei trüber Witterung. Das Kleine Habichtskraut beginnt bereits im Mai zu blühen. Das Doldige Habichtskraut (*Hieracium umbellatum*) blüht erst ab Juli an Weg- und Waldrändern, auf Brachen, an Dämmen und auf Dünen. Es ist reichköpfig und langblühend und daher unter den Hieracien eine hervorragende Pollenquelle.

5.8.7 Balsaminaceae, Springkrautgewächse

Die Springkrautgewächse sind eine Familie von ein- und mehrjährigen Kräutern mit wasserreichen, durchscheinenden Stengeln, die aus den tropischen Gebieten der alten Welt stammen. Ihre wichtigste Gattung ist *Impatiens* (Springkraut), die rund 400 Arten, darunter auch Gartenzierpflanzen umfaßt.

Ursprünglich heimisch ist in Mitteleuropa nur eine Art mit dem Namen »Rühr mich nicht an« (*Impatiens noli-tangere*), die an humosen, mehr oder weniger feuchten Standorten, u. a. in Wäldern, auf Waldschlägen und an Waldbächen wächst. Das Kleinblütige Springkraut (*Impatiens parviflora*) stammt aus Sibirien, ist erst Anfang des 19. Jahrhunderts aus botanischen Gärten verwildert und verdrängt heute auf ähnlichen Standorten seine einheimische Verwandte *I. noli-tangere* deutlich. Das bis zu 2 m hohe Drüsige Springkraut (*Impatiens glandulifera*) stammt aus dem Himalaja und wurde

als Zierpflanze eingeführt. Seit etwa 50 Jahren hat es sich zunehmend ausgebreitet und verdrängt an feuchten Standorten heimische und für Wildbienen sehr bedeutsame Pflanzenarten wie Gilbweiderich oder Blutweiderich. Mit Ausnahme des Kleinblütigen Springkrauts, das vorwiegend von Schwebfliegen besucht wird, bieten die Springkrautarten Honigbienen, Hummeln und gelegentlich auch anderen Wildbienen vor allem Nektar, seltener wird auch Pollen gesammelt. Das Drüsige Springkraut wird als Honigbienenweide immer wieder empfohlen. Für Wildbienen kann es, auch wegen der späten Blüte, nur als bedeutungslos eingestuft werden, auch wenn Hummeln als Besucher regelmäßig beobachtet werden. Aufgrund seiner Tendenz, einheimische Pflanzenarten zu verdrängen, kann seine Kultur hier nicht empfohlen werden, erst recht ist eine Aussaat in der freien Landschaft abzulehnen.

5.8.8 Berberidaceae, Sauerdorngewächse

Die Sauerdorngewächse sind eine Familie von Sträuchern und mehrjährigen Kräutern der nördlich-gemäßigten Zone und der südamerikanischen Gebirge. Viele Arten werden als Ziergehölze in Gärten und Parks gezogen, z. B. Berberitze, Mahonie und Sockenblume.

In Mitteleuropa kommt nur die Gattung *Berberis* wild vor. Neben dieser kommen aber auch die eingeführten Gattungen *Mahonia* und *Epimedium* als Nahrungsquellen für Wildbienen in Betracht. Die Berberitze (*Berberis vulgaris*) wächst als bis zu 3 m hoher Strauch in sonnigen Gebüsch, Hecken und an Waldrändern und wird in verschiedenen Zuchtformen (z. B. Blutberberitze) häufig in Gärten und Parkanlagen als Hecken- und Einzelstrauch gezogen. Der verborgene Nektar lockt in erster Linie Honigbienen und Hummeln, bisweilen auch andere Wildbienen, z. B. Sandbienen (*Andrena*) an. Pollen wird nur vereinzelt gesammelt. Neben Honigbienen sind hier vor allem Hummeln und einige Sandbienen (z. B. *Andrena fulva*, *A. bicolor*) zu nennen. Sehr bedeutsam ist die Berberitze für Wildbienen jedenfalls nicht.

Die Mahonie (*Mahonia aquifolium*) stammt aus Nordamerika und wird häufig auf Friedhöfen, in Gärten, Parks und Anlagen als Zierstrauch verwendet. Ihre Blüteneinrichtung entspricht ganz derjenigen der Berberitze. Sie wird aber offensichtlich noch weniger oft als diese besucht. Neben vereinzelt Sandbienen sind es meist nektarsaugende Hummeln, die man an den Blüten dieses Strauchs beobachten kann.

Die Sockenblumen- (*Epimedium*-)Arten stammen überwiegend aus Ostasien oder dem Mittelmeerraum und werden vor allem in Parkanlagen im Halbschatten gruppenweise gepflanzt, weil sie dem Wurzeldruck von Bäumen gut standhalten. Nur vereinzelt stellen sich an ihren gelben Blüten, die den Nektar in einem kurzen Sporn verbergen, Wildbienen als Besucher ein. Als Pollenquelle kommt ihnen sicher keine hohe Bedeutung zu, wenn sie auch gelegentlich von ausgesprochen polylektischen Bienenarten des Siedlungsbereichs befliegen werden. So konnte ich an einem größeren Bestand von *Epimedium pinnatum* in einer Parkanlage jeweils mehrere Weibchen der folgenden Arten beim Pollensammeln beobachten: Pelzbiene *Anthophora acervorum*, Mauerbienen *Osmia cornuta* und *O. rufa*. Die Untersuchung der Pollenladungen bestätigte die Feldbeobachtung.

5.8.9 Betulaceae, Birkengewächse

Die Birkengewächse sind windblütige, einhäusige Bäume und Sträucher vor allem der nördlichen, gemäßigten Zone. Sie bieten keinen Nektar, als Windblütler aber reichlich Pollen. Wegen ihrer frühen Blüte haben sie aber für Wildbienen praktisch keine Bedeutung. Da die Haselnuß (*Corylus avellana*) bereits sehr früh, gelegentlich schon Ende Januar, blüht, ist sie nur für die Honigbiene als erste Pollentracht von Bedeutung. Wildbienen fliegen zu dieser Jahreszeit noch nicht. Das gleiche gilt für die verschiedenen Erlen- (*Alnus*-)Arten, die aufgrund ihrer frühen Blütezeit (Februar-März) nur zur Entwicklung der Honigbienenvölker beitragen. An blühenden Birken (*Betula*) werden v.a. Honigbienen, selten auch Sandbienen (*Andrena*) und Furchenbienen (*Lasioglossum*) als Pollensammler beobachtet.

5.8.10 Boraginaceae, Rauhblattgewächse (Boretschgewächse)

Die Rauhblattgewächse sind in allen gemäßigten und subtropischen Gebieten anzutreffen und haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im Mittelmeerraum. Es sind ein- bis mehrjährige Kräuter, Sträucher und Bäume. Viele Arten werden als Zierpflanzen (z.B. Vergißmeinnicht) kultiviert, sind von medizinischem Wert (z.B. Beinwell) oder finden als Küchenkräuter Verwendung (z.B. Boretsch).

Die Rauhblattgewächse haben eine außerordentlich hohe Bedeutung für Wildbienen. Eine ganze Reihe von Bienenarten sind auf jeweils bestimmte

Boraginaceen-Gattungen spezialisiert: Auf *Echium* (Natterkopf) die Mauerbienen *Osmia adunca*, *O. anthocopoides* und *O. lepeletieri*; auf *Anchusa* (Ochsenzunge) die Seidenbiene *Colletes nasutus* und die Sandbiene *Andrena nasuta*; auf *Symphytum* (Beinwell) die Sandbiene *Andrena symphyti*; auf *Cerinthe* (Wachsblume) die Mauerbiene *Osmia cerinthidis*. Der Blütenbau ist zwischen den einzelnen Gattungen so unterschiedlich, daß es erklärlich wird, warum es keine auf die ganze Familie der Boraginaceen spezialisierte Bienenarten gibt. Bei der im Blütenbau recht einheitlichen Familie der Kreuzblütler dagegen finden wir z.B. solche »Familien«-Spezialisten.

Von der Gattung *Echium* (Natterkopf) gibt es insgesamt rund 30 Arten, von denen die meisten im Mittel- und Schwarzmeergebiet beheimatet sind. Auf den Kanarischen Inseln und auf Madeira bilden manche Arten prachtvolle Sträucher. Im überwiegenden Teil Mitteleuropas kommt als einzige Art der Gewöhnliche Natterkopf (*Echium vulgare*) vor. Er ist als zweijährige Halbrosettenpflanze weit verbreitet und häufig an offenen, trocken-warmen Standorten zu finden wie Ruderalstellen, Wegränder, Dämme, Kiesgruben und lückige Magerrasen. Er wächst auf allen Gesteinsunterlagen. Seine Blütezeit erstreckt sich über viele Wochen von Juni bis Oktober. Die blauen Blüten bilden in großer Zahl einen rispigen Blütenstand. Der Nektar sammelt sich im verengten Grund der trichterförmigen Kronröhre. Von den 5 Staubblättern ragen 4 noch 7 mm über den unteren Rand des Blüteneingangs hervor. Alle sind an ihren Enden schwach aufwärts gebogen und dienen den Besuchern als Anflugstangen. Dabei präsentieren sie den grau-blauen Pollen der Bauchseite ihrer Besucher. Diese sogenannte »sternotribe« Staubbeutelage macht es den oligolektischen Mauerbienen leicht, den Pollen ungemein schnell zu sammeln und in ihren Bauchbürsten für den Transport zu speichern. Sie halten sich kaum länger als 2 Sekunden in einer Blüte auf. Der Griffel erreicht anfangs den Blüteneingang noch nicht. Seine die Narben tragenden Äste liegen dicht beieinander. Erst später streckt sich der Griffel bis über 1 cm über die Blütenöffnung hinaus und bildet dann die am weitesten vorragende Anflugstelle. Für die Mauerbienen *Osmia adunca*, *O. anthocopoides* und *O. lepeletieri* ist der Gewöhnliche Natterkopf in fast ganz Mitteleuropa die einzige Nahrungspflanze. In südlicheren und östlicheren Gefilden kommen noch weitere *Echium*-Arten in Betracht wie z.B. die drei nachfolgend aufgeführten. Selten und nur vorübergehend findet man den Italienischen Natterkopf (*Echium italicum*) in



Ein Weibchen der Mauerbiene *Osmia adunca* in der helmförmigen Blüte des Gewöhnlichen Natterkopfs (*Echium vulgare*).

Deutschland als Adventivpflanze. Schwerpunktartig ist die zweijährige Art im ganzen Mittelmeerraum beheimatet, ihre Verbreitung reicht aber bis nach Niederösterreich. Ebenfalls eingeschleppt tritt der einjährige Violette Natterkopf (*Echium plantagineum*) in Mitteleuropa öfter auf, hält sich aber an seinen Standorten nicht lange. Seine Heimat ist das gesamte Mittelmeer- und Schwarzmeergebiet, von den Kanaren bis zum Kaukasus. Auch der Rote Natterkopf (*Echium rubrum*) wurde in Deutschland schon gefunden. Als Steppenpflanze des pontischen und pannonischen Florengebietes reicht seine natürliche Verbreitung westlich bis Niederösterreich und Mähren. Von diesen Neankömmlingen hat *Echium plantagineum* die weitaus meisten Besucher. Die oligolektische Mauerbiene *Osmia adunca* sucht diese Art ausgesprochen gern zum Pollensammeln auf. Auch bei anderen Wildbienen sind die *Echium*-Arten sehr beliebt, meist als Nektarquelle, oft aber auch als Pollenspende.

Die Gewöhnliche Ochsenzunge (*Anchusa officinalis*) ist eine pontisch-pannonische Art, deren Vorkommen in Deutschland westwärts bis ins Elbegebiet, nach Thüringen und bis zum Maingebiet reichen. In den übrigen Gebieten tritt sie meist nur vorübergehend eingeschleppt auf. In Österreich und

der Schweiz ist sie ebenfalls heimisch. Im behandelten Gebiet hat sie vorwiegend ruderalen Charakter. Die bis 120 cm tief wurzelnde, wärmeliebende, zwei- bis mehrjährige Pionierpflanze durchlässiger Sand- und Kiesböden besiedelt sonnige Wildkrautfluren, Wege, Schuttplätze und Dämme. Gelegentlich wird sie als Zierpflanze kultiviert. Früher benutzte man die Blüten zum Gelbfärben. Die dunkelblauvioletten Blüten stehen in dicht- und reichblütigen Doppelwickeln. Der Nektar wird im unteren Teil der 7 mm langen Kronröhre geborgen, in deren Eingang fünf dicht zusammenschließende, rauhhäutige, taschenförmige Aussackungen stehen. Staubblätter und Griffel sind in der Kronröhre eingeschlossen. Die Blütezeit ist außergewöhnlich lang und dauert von Mai bis September. In Mitteleuropa ist *Anchusa officinalis* die Hauptnahrungspflanze für die Seidenbiene *Colletes nasutus* und die Sandbiene *Andrena nasuta*. Regelmäßig stellen sich auch Pelzbienen (*Anthophora*) als Pollensammler ein. Will man z.B. in Südeuropa Pelzbienen suchen, braucht man nur nach der Ochsenzunge Ausschau zu halten und man wird fast alle Arten der Umgebung versammelt finden. Die Italienische Ochsenzunge (*Anchusa azurea*), die im Gebiet bisweilen vorübergehend eingeschleppt auftritt oder als

Zierpflanze kultiviert wird, aber nur im Mittelmeergebiet wirklich heimisch ist, blüht zur gleichen Zeit wie die Gewöhnliche Ochsenzunge. Überraschend tritt sie aber gegenüber dieser als Pollenquelle für Wildbienen weit zurück. Wenn sich Besucher einstellen, handelt es sich in der Regel um nektarsaugende Hummeln.

Die Kleine Wachsblume (*Cerinthe minor*) ist eine meist zweijährige Pflanze der Ruderal- und Ackerwildkraut-Vegetation auf kalkreichen Unterlagen. Zerstreut kommt sie auf trockenen, offenen Böden, auf Schuttplätzen, an Wald- und Wegrändern, in Feldern, Weinbergen und an Rainen vor. Von der Ebene steigt sie bis in die montane Stufe. In der Bundesrepublik Deutschland findet sie sich fast ausschließlich in Bayern, dort nordwärts bis zum Fränkischen Jura, in der DDR und in Österreich ist sie ebenfalls verbreitet. Der Nektar ist in den gelben Blüten zwar verborgen, aber Bienen mit 6 mm langem Rüssel vermögen den nektarführenden Blütengrund zu erreichen. Alle Besucher hängen beim Nektarsaugen von unten an dem hängenden Kronglöckchen. Sie halten sich dabei mit den Vorder- und Mittelbeinen an den Kronzipfeln der Blüte fest, während die Hinterbeine sich auf dieselbe oder die benachbarte Blüte stützen. Die fünf Staubbeutel bilden eine ringsum geschlossene, mit der Spitze nach unten gerichtete Pyramide, deren Achse der Griffel ist. Sie füllt sich mit dem von den Staubbeuteln entlassenen, weissen, pulverigen Pollen. Besucher führen den Rüssel in den Spalt zwischen zwei Kronzipfeln ein und drängen zwei Staubfäden auseinander. Dadurch wird die Staubbeutelpyramide geöffnet und ein Teil des Pollens rieselt auf den Bienenkopf herab (Streuvorrichtung). Als pollensammelnde Besucher stellen sich überwiegend Hummeln ein, aber auch andere Wildbienen und die Honigbiene. Die von Mai bis Juli blühende Kleine Wachsblume ist die Hauptpollenquelle der oligolektischen Mauerbiene *Osmia cerinthidis*, die aber auch noch andere *Cerinthe*-Arten beflekt, z. B. die Große Wachsblume (*Cerinthe major*).

Die Beinwell- (*Symphytum*-)Arten sind ausdauernde, oft große Kräuter mit nickenden Blüten. Der Knoten-Beinwell (*Symphytum tuberosum*) ist eine pontisch-nordmediterrane, staudige Art, die in Mitteleuropa etwa folgende Verbreitung hat: Donauländer von der Ukraine bis Bayern, bis ins südliche Weichsel-, Oder- und Elbegebiet ausstrahlend, ferner Ost- und Südalpen. Im Donaugebiet bis Oberbayern tritt er besonders in Auwäldern, Erlen- und Haselgebüsch und in Hochstaudenfluren auf. Er blüht von April bis Mai, also früher als die folgende Art. Daher ist er im Gebiet die Hauptnah-

runbspflanze der oligolektischen Sandbiene *Andrena symphyti*. Der formenreiche Gewöhnliche Beinwell (*Symphytum officinale*) ist fast überall häufig in Naßwiesen, an feuchten Wegen, an Ufern und Gräben. In seinen weißen oder violett-purpurnen Blüten ist der Nektar in der glockenförmigen Krone so verborgen, daß ihn nur langrüsslige Insekten auf normalem Wege erreichen können. Um zwischen den Staubbeuteln zum Nektar zu gelangen, ist ein 11 mm langer Rüssel erforderlich. Außerordentlich häufig ist daher Nektarraub, vor allem durch Hummeln, zu beobachten. Kurzrüsslige Bienen wie die Honigbiene und verschiedene Wildbienen benutzen die von Hummeln gebissenen Löcher zum Nektarerwerb und sind dann Nektarräuber. Als vorzügliche Viehfutterpflanze (für Schweine, Ziegen und Kaninchen) wird in jüngerer Zeit immer häufiger der Comfrey (*Symphytum asperum*) angebaut.



Blütenstand der Gewöhnlichen Ochsenzunge (*Anchusa officinalis*).



Blütenstand der Kleinen Wachsblume (*Cerinthe minor*).



Arbeiterin der Erdhummel *Bombus terrestris* beim Pollensammeln in der Boretsch-Blüte (*Borago officinalis*).

Die Lungenkraut- (*Pulmonaria*-) Arten sind oft schwer gegeneinander abzugrenzen, u.a. weil sie häufig bastardieren. Morphologisch wie ökologisch ist die nur aus Stauden bestehende Gattung *Pulmonaria* aber recht einheitlich, so daß auch Wildbienen beim Besuch der Blüten nicht zwischen den einzelnen Formen unterscheiden. Die häufigste Art dürfte das Gewöhnliche Lungenkraut (*Pulmonaria officinalis*) sein, das in lichten Laubgehölzen, sowohl auf kalkarmer wie auf kalkreicher Unterlage, und an Bachufern wächst. In halbschattigen Bereichen der Gärten werden verschiedene Formen von Lungenkräutern kultiviert. Die Blüten sondern ausgesprochen viel Nektar ab, der im untersten Teil der Kronröhre geborgen ist. Er lockt vor allem langrüsslige Wildbienen an wie Hummeln und Pelzbienen. Als Pollenquelle des zeitigen Frühjahrs (Blütezeit März bis April) ist das Lungenkraut ebenfalls beliebt, vor allem bei der Pelzbiene *Anthophora acervorum*. In den Pollenladungen der Mauerbiene *Osmia pilicornis* fand sich regelmäßig ein hoher Anteil von *Pulmonaria*-Pollen.

Der Boretsch (*Borago officinalis*) wird als einjäh-

rige Gewürz- und Heilpflanze häufig in Gärten kultiviert, wo er sich durch Selbstausaat erhält. Weil seine abwärtshängenden, hellblauen Blüten ungemein nektarreich sind, gilt der Boretsch als hervorragende Nektartracht für Honigbienen. Aber auch Hummeln werden in großer Zahl angelockt.

Das im Frühjahr blühende Vergißmeinnicht (*Myosotis*) hat für Wildbienen kaum eine Bedeutung. Der Nektar wird im Grunde der kurzen, nur 2–3 mm langen Kronröhre aufbewahrt, wodurch eine Nutzung des Nektars durch Bienen sehr erleichtert wird. Der winzige und in großen Mengen dargebotene Pollen wird kaum gezielt gesammelt, jedenfalls ist er mir in Pollenladungen kaum begegnet und Beobachtungen über primäres Pollensammeln liegen mir nicht vor. Beim Nektarsaugen wird der Rüssel der Besucher durch die Enge der Kronröhre aber reichlich passiv eingestäubt. Der gelbliche Pollen wird vermutlich nicht immer verworfen und kann dann auch einmal in einer Pollenladung auftauchen. Im Siedlungsbereich wird regelmäßig die Mauerbiene *Osmia rufa* in beiden Geschlechtern nektarsaugend beobachtet.

5.8.11 Brassicaceae (Cruciferae), Kreuzblütler

Die Kreuzblütler sind eine sehr vielgestaltige und große Familie mit weltweiter Verbreitung und Schwerpunkten im Mittelmeerraum, in Südwest- und Zentralasien. Meist sind es einjährige und ausdauernde Kräuter, selten kleine oder große Sträucher. Sie umfassen eine stattliche Anzahl von Nutzpflanzen, z. B. Kohl, Kresse, Senf, Rettich, Radieschen und Raps. Daneben enthalten sie auch Gartenzierpflanzen wie Goldlack, Schleifenblume oder Silberblatt.

Für Wildbienen spielen die durchweg insektenblütigen und im Blütenbau sehr einheitlichen Kreuzblütler eine sehr bedeutsame Rolle und zwar sowohl als Nektar- wie als Pollenspende. Einige mitteleuropäische Bienenarten sind auf Cruciferen spezialisiert: die Sandbienen *Andrena agillissima*, *A. distinguenda*, *A. lagopus*, *A. niveata*, *A. suerinensis* und *A. tscheki* sowie die Mauerbiene *Osmia brevicornis*. Im südlichen Mitteleuropa und in Südeuropa gibt es noch eine ganze Reihe weiterer Cruciferen-Spezialisten. Auch die Sandbienen *Andrena hypopolia* und *A. carbonaria* zeigen eine große Vorliebe für Cruciferen, wenn sie auch nicht als oligolektisch zu bezeichnen sind.

Neben den genannten besuchen auch viele andere polylektische Wildbienen vor allem der Gattungen *Andrena*, *Halictus* und *Lasioglossum* ausgesprochen gern die verschiedenen Cruciferen. Die Blüten der Kreuzblütler zeigen eine große Übereinstimmung im Bau. In der Lage und Zahl der Nektardrüsen und in der Art der Aufbewahrung und Bergung des Nektars unterscheiden sie sich jedoch. Auch sind die meist gelben oder weißen, seltener violetten, blauen oder roten Kronblätter bei den einzelnen Arten unterschiedlich groß, was offensichtlich auch einen Einfluß auf die blütenbesuchenden Wildbienen hat. Viele Wildbienen bevorzugen deutlich solche mit großen Kronblättern wie z. B. Raps (*Brassica*) gegenüber solchen mit kleinen wie z. B. Steinkraut (*Alyssum*), weswegen der Blütenbesuch bei den ersten reichlicher ist. Dies mag in den günstigeren Landbedingungen und der besseren »Handhabbarkeit« der Blüten begründet liegen oder auch im Pollenangebot. Ansonsten unterscheiden die Blütenbesucher (auch die Kreuzblütler-Spezialisten!) wenig zwischen den einzelnen Cruciferen-Gattungen bzw. -Arten. Die Nektarien können, abhängig von den Boden- und Klimabedingungen, große Mengen an Nektar absondern. Neben dem teils gut zugänglichen, teils verborgenen Nektar bieten die Kreuzblütler meist auch ergiebige Pollen-

mengen. Von den zahlreichen in Mitteleuropa verbreiteten und teils schwer bestimmbar Arten können hier nur die beschrieben werden, die im behandelten Gebiet für Wildbienen am wichtigsten sind.

Bei den Kohl- (*Brassica*-) Arten sind die gelben, großen Blüten mit verborgenem Nektar meist zu auffälligen Ständen vereinigt. Der nährstoffbedürftige Raps (*Brassica napus*) wird häufig als Öl-, Gemüse- und Viehfutterpflanze angebaut, er tritt gelegentlich aber auch verwildert auf. Im Mittelalter lieferte er das wichtigste Leuchtöl. In Deutschland wird fast ausschließlich Winterraps gebaut, der Anfang bis Mitte August gesät wird und dann im darauffolgenden Jahr im Mai blüht. Die Nektar- und Pollendarbietung ist morgens am größten. Über 60 Bienenarten nutzen den Raps als Pollenquelle. Der Gemüse-Kohl (*Brassica oleracea*) ist als Kulturpflanze weltweit verbreitet. Er weist einen außerordentlichen Formenreichtum auf. Blumenkohl, Rosenkohl, Wirsing, Rotkohl, Weißkohl, Markstammkohl und Kohlrabi stammen von ihm ab. Da die Kohlarten meist erst im zweiten Jahr blühen, vor der Bildung von Blüten aber bereits für die Ernährung genutzt werden, kommen sie als Futterpflanzen für Bienen nur dort in Betracht, wo Samengewinnung betrieben wird. Während der Blüte ist ein reicher Besuch zu verzeichnen. So beobachtete Cobelli nach Knuth (1898–1899) bei Roveredo in Italien 50 Bienen-Arten.

Die Senf- (*Sinapis*-) Arten haben ihre Heimat wie viele andere Kreuzblütler im Mittelmeergebiet. Der einjährige Weiße oder Gelbe Senf (*Sinapis alba*) wird wegen seiner Samen, aus denen Öl gewonnen wird, seit langer Zeit kultiviert. Das Senfmehl wird zu Tafelsenf verarbeitet. In jüngerer Zeit wird der Gelb-Senf auch zur Gründüngung gesät. Der einjährige Acker-Senf (*Sinapis arvensis*) mit seinen schwefelgelben, großen Blüten ist eines der verbreitetsten Ackerwildkräuter. Früher war er vor allem im Sommergetreide häufig, kommt heute aber fast nur noch auf Brachen, an Wegen und auf Schuttplätzen vor. Seine Blütezeit reicht von Juni bis in den Herbst, weswegen er für viele Wildbienen als Pollenquelle von hoher Bedeutung ist. Für manche Arten ist er die wichtigste Futterpflanze.

Der einjährige Hederich (*Raphanus raphanistrum*) ist in Wildkrautfluren der Äcker oder an Schuttplätzen häufig. Seine Blütenfarbe ist meist weißlich mit violetten Adern, manchmal aber auch gelb. Für Wildbienen hat er eine ebenso hohe Bedeutung wie der Acker-Senf.

Das erste bekannte Auftreten der weißblütigen Pfeilkresse (*Cardaria draba*) im Gebiet wird 1728 in



Die Sandbiene *Andrena tscheki* beim Pollensammeln auf dem Felsen-Steinkraut (*Alyssum saxatile*).



Die Mauerbiene *Osmia brevicornis* beim Pollensammeln am Schweizer Schöterich (*Erysimum helveticum*).

Ulm gemeldet. Seit dem Beginn des Eisenbahnbaus im letzten Jahrhundert hat sich die Art sehr schnell als sogenannter »Eisenbahn-Wanderer« ausgebreitet. Sie bildet oft große Herden in Wildkrautfluren an Wegen, Bahndämmen oder in Weinbergen.

Unter den Hellerkraut- (*Thlaspi*-)Arten dient das bereits im April blühende Berg-Hellerkraut (*Thlaspi montanum*), das in Wald- und Buschsäumen und auf Felsschutthalden vorkommt, der Sandbiene *Andrena tscheki* als Pollenquelle.

Das Orientalische Zackenschötchen (*Bunias orientalis*) ist größtenteils erst seit der Jahrhundertwende eingeschleppt und tritt unbeständig in Wildkrautfluren, an Wegen, Schuttplätzen und Straßenböschungen auf. Die goldgelben, duftenden, nicht sehr großen Blüten sind zu auffälligen Ständen vereinigt.

Das Wilde Silberblatt (*Lunaria rediviva*) ist eine schattenliebende Pflanze der Schlucht- und Bergwälder oder steilen Waldhänge, wird aber bisweilen auch in »Naturgärten« angepflanzt. Das verwandte, ostmediterrane Garten-Silberblatt (*Lunaria annua*) ist eine zweijährige, ziemlich häufige Zierpflanze besonders der Bauerngärten und hat große, violette Blüten. Da die Art fast nur im Siedlungsbereich vorkommt, ist die Zahl der möglichen Besucher beschränkt. An Spezialisten wurde vor allem die Mauerbiene *Osmia brevicornis* pollensammelnd beobachtet.

Die Steinkraut- (*Alyssum*-)Arten weisen kleine, gelbe Blüten mit halbverborgenem Nektar auf. Das Berg-Steinkraut (*Alyssum montanum*) kommt ziemlich selten in sonnigen, felsigen Magerrasen vor und findet sich gelegentlich auch als Zierpflanze in Steingärten. Das Felsen-Steinkraut (*Alyssum saxa-*

tile) ist wildwachsend ebenfalls nur selten an sonnigen Felsbändern zu beobachten, wird aber ausgesprochen häufig als Steingartenpflanze gezogen. Da beide Arten bereits im Frühling blühen, dienen sie an einigen Orten der oligolektischen Sandbiene *Andrena tscheki* als wichtige Pollenquellen, die auch von anderen *Andrena*- und *Lasioglossum*-Arten genutzt werden.

Das Wiesen-Schaumkraut (*Cardamine pratensis*) bildet häufig in Fett-, Moor- und Naßwiesen den Frühjahrsaspekt mit seinen weißen oder lila Blüten. Die Besucher sind nicht sehr zahlreich. In Baden-Württemberg ist das Schaumkraut aber eine der Hauptpollenquellen der oligolektischen Sandbiene *Andrena lagopus*.

Das zweijährige Echte Barbarakraut (*Barbarea vulgaris*) wächst in Wildkrautfluren an Wegen, Dämmen und an Ufern. In seinen gelben Blüten sammelt sich der reichlich abgesonderte Nektar in Aussackungen am Grunde der beiden äußeren Kelchblätter. Bei sonnigem Wetter sind die Blüten weit geöffnet und locken auch Wildbienen an, vor allem der Gattungen *Andrena*, *Halictus* und *Lasioglossum*.

Die Gewöhnliche Nachtviole (*Hesperis matronalis*) kommt zerstreut in Auwäldern vor, wird außerdem aber auch häufig kultiviert, vor allem in Bauerngärten. Die großen, violetten Blüten mit verborgenem Nektar duften besonders am Abend stark nach Veilchen und locken Falter als Bestäuber an, was allerdings einige Wildbienen nicht vom Blütenbesuch abhält.

Die Grau-Kresse (*Berteroa incana*) kommt vor allem in den Wärme- und Trockengebieten (Oberrheinebene) vor. Dort wächst sie als Sandzeiger

und Sandboden-Pionier in Unkrautbeständen, an Wegen, Schuttplätzen, in Bahn- und Hafenanlagen, in Kiesgruben und auf Binnendünen.

Der Bleiche Schöterich (*Erysimum crepidifolium*) ist eine seltene Pflanze sonniger Fels- und Magerrasen. Die leuchtend gelben, großen Blüten werden wie die der anderen, teils als Zierpflanzen gezogenen *Erysimum*-Arten von Wildbienen sehr gern besucht, vor allem von zwei oligolektischen Arten, der Sandbiene *Andrena agillissima* und der Mauerbiene *Osmia brevicornis*.

Der Goldlack (*Cheiranthus cheiri*) mit seinen ansehnlichen, duftenden Blüten wird seit dem Mittelalter häufig als zwei- bis mehrjährige Zierpflanze kultiviert und ist bisweilen in Fugen alter Stadt- und Burgmauern verwildert. Besucher treten nur vereinzelt auf.

Die Blütenstände des Färber-Waid (*Isatis tinctoria*) sind trotz der geringen Größe der Einzelblüte wegen ihres Umfangs sehr markant. Die früher zum Blau- oder Grünfärben verwendete zweijährige Pflanze wird von kleinen Wildbienen-Arten bisweilen zum Pollensammeln befliegen.

5.8.12 Buxaceae, Buchsgewächse

Die Buchsgewächse sind eine kleine Familie immergrüner Sträucher der gemäßigten, subtropischen und tropischen Gebiete. Ihr bekanntester Vertreter ist der Buchsbaum (*Buxus sempervirens*), ein ästiger, immergrüner Strauch, der in Süddeutschland wild, bisweilen auch verwildert vorkommt, seit altersher aber in Gärten, Friedhöfen und Parks als Hecken- oder Einzelstrauch gezogen wird. Er blüht sehr früh (März/April) und sondert reichlich Nektar ab. Der Pollen wird nicht nur von Honigbienen gesammelt, auch Wildbienen scheinen bisweilen daran interessiert zu sein. So enthielt eine von mir untersuchte, reiche Pollenladung der Sandbiene *Andrena fulva* aus dem Stadtgebiet von Stuttgart ausschließlich Buchspollen.

5.8.13 Campanulaceae, Glockenblumengewächse

Die Glockenblumengewächse bestehen vorwiegend aus ein- bis mehrjährigen Kräutern, seltener auch Sträuchern oder Halbsträuchern. Sie sind hauptsächlich in der nördlich-gemäßigten Zone verbreitet, während auf der Südhalbkugel nur wenige Arten vorkommen. Zahlreiche Arten sind beliebte Gartenzierpflanzen.

In Mitteleuropa ist diese Familie u.a. mit den Gattungen *Campanula* (Glockenblume), *Jasione* (Sandrapunzel) und *Phyteuma* (Teufelskrallen) vertreten, von denen vor allem die beiden erstgenannten für Wildbienen sehr bedeutsam sind, weil sie die bevorzugten Pollenquellen für eine ganze Reihe von oligolektischen und polylektischen Bienenarten stellen. Auf die Gattung *Campanula* spezialisiert sind die Sandbienen *Andrena curvungula*, *A. pandellei* und *A. rufizona*, die Glanzbienen *Dufourea dentiventris* und *D. inermis*, die Sägehornbiene *Melitta haemorrhoidalis*, die Scherenbienen *Chelostoma campanularum*, *C. distinctum* und *C. fuliginosum* sowie die Mauerbiene *Osmia mitis*. Standort und Blütezeit entscheiden neben der Häufigkeit über die Bedeutung der einzelnen *Campanula*-Arten für diese Spezialisten.

Der Nektar der Glockenblumen ist allen lang- und kurzrüssligen Wildbienen zugänglich. Die Blüten der *Campanula*-Arten sind proterandrisch und zeigen eine Besonderheit in der Pollendarbietung. Die 5 Staubblätter, die als »Saftdecke« den Nektar schützen, öffnen sich schon in der Knospe und entleeren ihren blau-violetten, grünlich-grauen oder weißen Pollen auf den im unteren Teil stark behaarten Griffel. Dieser dient damit in seiner ersten Phase als »Staubblatt«. Im Laufe der männlichen Phase ziehen sich die Griffelhaare handschuhfingerartig in sich selbst zurück. Der Pollen kann nun leichter geerntet werden oder auch abfallen, so daß der Griffel



Büschel-Glockenblume (*Campanula glomerata*).



Die Scherenbiene *Chelostoma fuliginosum* beim Pollensammeln in der Blüte der Ranken-Glockenblume (*Campanula poscharskyana*).

fel vor Beginn der weiblichen Phase so gut wie frei von eigenem Pollen ist. Die Filamente welken, aber ihre stark, oft dreieckig verbreiterten Basen bleiben als den großen Nektartropfen überdachende »Saftdecke« bestehen. Dann spreizen sich die 3–5 Narbenäste und werden mit Pollen aus anderen Blüten belegt. Pollensuchende Wildbienen zwingen sich oft in die noch geschlossenen oder sich gerade öffnenden Blüten, um den Pollen von der Griffelbürste gezielt zu ernten. Vollständig offene Blüten enthalten zwar schon nach kurzer Zeit keinen Pollen mehr, sondern aber immer noch Nektar ab, so daß auch abgeerntete Blüten noch Nektarbesucher anlocken.

Außer den Spezialisten nutzen auch zahlreiche andere Wildbienen-Arten Glockenblumen als Nektar-, besonders aber auch als Pollenquelle. Von den über 30 wildwachsenden, teils ausschließlich in den Gebirgen verbreiteten Glockenblumen-Arten Mitteleuropas und den als Zierpflanzen kultivierten Arten sind die nachfolgend aufgeführten im behandelten Gebiet besonders wichtig.

Die zweijährige Wiesen-Glockenblume (*Campanula patula*) wächst in frischen, nährstoffreichen, meist kalkarmen Fettwiesen tieferer Lagen (in Bergwiesen nur an wärmeren Stellen), an Wegen und in Brachen. Sie beginnt bereits im Mai zu blühen. Ihr Blütenstand ist allerdings relativ armblütig. Spezialisten wie die Sandbiene *Andrena pandellei*, deren Hauptpollenquelle die Wiesen-Glockenblume in den Mittelgebirgen (z.B. Schwarzwald) ist, benötigen daher reiche Bestände dieser Glockenblumenart. Die mehrjährige Büschel-Glockenblume (*Campanula glomerata*) wächst in Kalk-Magerrasen und mageren Wiesen, im Saum lichter Büsche sowie an

Waldrändern, wird aber auch häufig in verschiedenen Formen in den Gärten angepflanzt. Sie trägt ihre Blüten dicht gedrängt am Ende des Stengels. Die Acker-Glockenblume (*Campanula rapunculoides*) ist ein Wurzelkriech-Pionier nährstoffreicher Stellen und wächst im Saum sonniger Büsche sowie an Wald- und Wegrändern. Die Nesselblättrige Glockenblume (*Campanula trachelium*) besiedelt als Schatten-Halbschattenpflanze krautreiche Laubwälder, Waldränder und Hecken. Die Rundblättrige Glockenblume (*Campanula rotundifolia*) ist ein bis 120 cm tief wurzelnder Magerkeitszeiger, der in Magerrasen und mageren Wiesen, in Heiden, an Wald- und Wegrändern sowie in Fels- und Mauerspaltan wächst. Der meist reichblütige Blütenstand besteht aus zarten, an verzweigten Stengeln sitzenden Glöckchen. Diese Art blüht sehr lange und ist wohl die bedeutendste Glockenblume der Sommermonate. Die Pfirsichblättrige Glockenblume (*Campanula persicifolia*) kommt in lichten, sonnigen Eichenmischwäldern, in Wald- und Gebüschsäumen und an Wegrainen vor und ist als hochwüchsige, allerdings armblütige Art mit schönen, großen Glocken auch eine beliebte Zierstaude. Die Rapunzel-Glockenblume (*Campanula rapunculus*) ist eine wärmeliebende, zweijährige Art der Magerrasen oder warmen Fettwiesen, der Böschungen und Wegraine. Ihre schmalen, fast traubigen Rispen sind besonders reichblütig.

Eine zweijährige Gartenpflanze aus dem Mittelmeergebiet ist die Marien-Glockenblume (*Campanula medium*), die eine Fülle großer Glocken hervorbringt. Weitere im Siedlungsbereich in Steingärten oder an Trockenmauern gezogene, reichblütige und regelmäßig besuchte Glockenblumen-Arten sind *Campanula poscharskyana*, *C. portenschlagiana* und *C. garganica*. Auf den Balkonen werden auch Glockenblumen-Spezialisten von den als Ampelpflanzen gehaltenen, allerdings nicht winterharten *Campanula isophylla* und *C. fragilis* angelockt. Von diesen beiden Arten erweist sich die erstere wegen ihrer langen Blütezeit von Juli bis September als besonders günstige Pollenquelle.

Die nahverwandte Gattung *Edraianthus* (Büschelglocke) hat einen der *Campanula* sehr ähnlichen Blütenbau und kommt mit der Art *Edraianthus graminifolius* in Österreich vor. Die Scherenbiene *Chelostoma campanularum* zeigte in ihrem Blütenbesuchverhalten gegenüber der von mir im Experiment angebotenen *Edraianthus dalmaticus* keine Unterschiede zu den von ihr besuchten, gleichzeitig blühenden *Campanula*-Arten. Die Männchen patrouillierten während der gesamten Blütezeit die Blütenstände auf der Suche nach Weibchen. Die



Die Sandbiene *Andrena curvungula* beim Sammeln des weißen Pollens der Ranken-Glockenblume (*Campanula poscharskyana*).

Weibchen sammelten regelmäßig Pollen. Ähnliche Verhältnisse finden sich bei der ebenfalls mit *Campanula* nah verwandten Gattung *Platycodon*. Im Botanischen Garten Tübingen sammelte *Melitta haemorrhoidalis* Pollen an dem ostasiatischen *Platycodon grandiflorum*, obwohl reichlich andere *Campanula*-Arten in Blüte waren.

Auch die Gattung *Jasione* mit zwei mitteleuropäischen Arten ist für Wildbienen sehr bedeutsam. Ihre blauen Blüten, die zu 100–200 in Köpfchen vereinigt sind, erweisen sich nicht nur für viele unspezialisierte Wildbienen als sehr attraktiv, es gibt auch eine auf *Jasione* spezialisierte Bienenart, die winzige Glanzbiene *Dufourea minuta*. Die Berg-Sandrapunzel (*Jasione montana*) ist eine bis 1 m tief wurzelnde, zweijährige Pionierpflanze kalkfreier Sand- und Steingrusböden und wächst in lückigen Sand-Magerrasen, auf Dünen, in Sand-Heiden, an sandigen Wegen und in sandigen Brachen. Der Nektar ist lang- wie kurzrüssligen Insekten zugänglich. Die Staubbeutel entleeren ihren leuchtend karminroten Pollen wie bei *Campanula* schon in der Knospe. *Jasione montana* lockt zahlreiche Wildbienen an. ALFKEN (1935) nennt 100 verschiedene Bienenarten als Besucher. Bei der Ausdauernden Sandrapunzel (*Jasione laevis*), einer Pionierpflanze sandig-gru-

ger Stellen von Magerrasen, Böschungen und Wegen auf Silikatböden, sind die Blüteneinrichtungen der vorigen Art sehr ähnlich, jedoch sind die Blütenköpfe deutlich größer. Die hellblauen Blüten liefern einen rötlichen Pollen, der im Nordschwarzwald von den beiden Keulhornbienen *Ceratina callosa* und *C. cucurbitina* reichlich gesammelt wird.

Bei den Teufelskrallen- (*Phyteuma*-)Arten sind weiße, blaue oder violette Blüten zu kugeligen, eiförmigen oder länglichen Köpfchen vereinigt. Der Nektar ist verborgen und nur für Insekten mit längerem Rüssel erreichbar. Neben Faltern sind daher Hummeln am häufigsten als Besucher zu beobachten. Der leicht zugängliche Pollen wird bisweilen auch von polylektischen Wildbienen gesammelt. *Phyteuma*-Spezialisten sind nicht bekannt. *Phyteuma*-Arten haben somit gegenüber den *Campanula*- und *Jasione*-Arten nur eine untergeordnete Bedeutung für Wildbienen. Die Ährige Teufelskralle (*Phyteuma spicatum*) mit Köpfchen aus etwa 100 gelblich-weißen Blüten wächst vor allem in krautreichen Laub- und Nadelmischwäldern. Bei der Schwarzen Teufelskralle (*Phyteuma nigrum*), einer kalkfliehenden Pflanze der Bergwiesen oder Laubmischwälder besitzen die Köpfchen durchschnittlich vierzig schwarzblaue Blüten, die einen

dunkelroten Pollen liefern. Die Kugel-Teufelskralle (*Phyteuma orbiculare*), die in sonnigen Kalk-Magererrasen wächst, hat blauviolette, 15–30 blütige Köpfchen.

5.8.14 Caprifoliaceae, Geißblattgewächse

Die Geißblattgewächse sind eine kleinere, weltweit verbreitete Familie von kleinen Bäumen, Sträuchern oder Kletterpflanzen. Einige Arten sind als Zierpflanzen bekannt wie z.B. Geißblatt (*Lonicera*), Schneebeere (*Symphoricarpos*), Schneeball (*Viburnum*) und Holunder (*Sambucus*).

In blütenbiologischer Hinsicht sind die Vertreter dieser Familie sehr verschieden. Für Wildbienen sind sie – zumindest in Mitteleuropa – trotz der Häufigkeit in Gärten praktisch bedeutungslos. Die ostasiatische Weigelia (*Weigela florida*), ein Zierstrauch, wird bisweilen von Hummeln des Nektars wegen besucht. Die nordamerikanische Schneebeere (*Symphoricarpos rivularis*), als Zier- und Heckenstrauch im Siedlungsbereich regelmäßig kultiviert, sondert in ihren Blütenglöckchen reichlich Nektar ab und wird allgemein als »Wespenblume« bezeichnet. Bisweilen treten neben zahlreichen Honigbienen auch Wildbienen als Nektargäste auf.

5.8.15 Caryophyllaceae, Nelkengewächse

Diese Familie ist in allen Teilen der Welt vorwiegend in gemäßigten Klimazonen verbreitet und umfaßt hauptsächlich krautige Pflanzen. Zu ihr gehören viele beliebte Zierpflanzen wie die Nelken, aber auch so bekannte Wildpflanzen wie die Kuckucks-Lichtnelke, die Gänsemiere und die Kornrade.

Der Nektar wird bei vielen Nelkengewächsen (z.B. *Dianthus*) am Grunde der langen Kronröhre abgesondert. Nelkengewächse werden daher überwiegend von langrüssligen Tag- und Nachtfaltern besucht und auch bestäubt. Nur in wenigen Fällen (z.B. Gipskraut, *Gypsophila*) ist der Nektar auch kurzrüssligen Bienen zugänglich. Hummeln sind gelegentlich beim Nektareinbruch zu beobachten. Auch als Pollenquellen treten Nelkengewächse nur selten in Erscheinung. Nur wenn keine anderen, attraktiveren Pollenquellen zur Verfügung stehen, werden sie auch von Wildbienen zum Pollensammeln befliegen. In den Schweizer Alpen (Wallis) konnte ich mehrere Nester der Keulhornbiene *Ceratina callosa* untersuchen, die fast ausschließlich mit dem blauschwarzen Pollen der Karthäuser-Nelke (*Dianthus carthusianorum*) verproviantiert waren.

5.8.16 Cistaceae, Zistrosengewächse

Zistrosengewächse sind vorwiegend im Mittelmeerraum verbreitet, wo die Sträucher der Zistrosen (*Cistus*) oft dominierende Bestandteile der Macchie bzw. Garigue oder Phrygana sind. Nach Mitteleuropa sind nur einige Arten der Gattungen *Helianthemum*, *Fumana* und *Tuberaria* vorgedrungen. Die häufigste Art ist das formenreiche Gewöhnliche Sonnenröschen (*Helianthemum nummularium*), ein Halbstrauch sonniger und trockener Standorte, das bisweilen in größeren Herden auftritt. Im südlichen Mitteleuropa kommt auch das Graue Sonnenröschen (*Helianthemum canum*) als Halbstrauch an sonnigen, trockenen Orten, fast ausschließlich auf Kalk vor. In Deutschland sehr selten ist das v.a. in West- und Südeuropa verbreitete Apenninen-Sonnenröschen (*Helianthemum apenninum*). In weiten Teilen der europäischen Hochgebirge ist das Alpen-Sonnenröschen (*Helianthemum alpestre*) anzutreffen. Das Zwerg-Sonnenröschen (*Fumana procumbens*), ist ein seltener Halbstrauch lückiger Kalk- und Sand-Trockenrasen.

Allgemein sind Zistrosengewächse als Pollenquellen bei vielen Bienenarten beliebt. Dies trifft auch für die einheimischen Arten von *Helianthemum* und *Fumana* zu. Ihre Blüten gelten zwar als nektarlos, dafür liefern sie aber reichlich Pollen, weswegen sie von den verschiedensten polylektischen Bienenarten, insbesondere Sandbienen (*Andrena*), Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*) zum Pollensammeln aufgesucht werden. In Trockenbiotopen und im Gebirge gehören Sonnenröschen, insbesondere *Helianthemum nummularium* zu den Hauptpollenquellen vieler Bienenarten während des Sommers. So wurden die Weibchen der in Mitteleuropa sehr seltenen Furchenbiene *Lasioglossum albocinctum* zur Blütezeit von *Helianthemum nummularium* im Kaiserstuhl fast ausschließlich an dieser Pflanze pollensammelnd beobachtet und die von mir untersuchten Brutzellen der größten bekannten Nestansammlung dieser Art in Deutschland waren überwiegend mit dem dottergelben Pollen von *Helianthemum nummularium* verproviantiert. Da sich die Blüten morgens früh öffnen und meist nur wenige Stunden (bis ca. 13 Uhr) offen bleiben, sind pollensammelnde Bienen in der Regel nur in den Morgenstunden in den Blüten anzutreffen. Unter den mitteleuropäischen Bienenarten gibt es auch eine oligolektische, auf Zistrosengewächse spezialisierte Art, die Sandbiene *Andrena granulosa*. Sie bevorzugt *Helianthemum*-Arten. Ihre Hauptpollenquelle in Süddeutschland ist das Gewöhnliche Sonnenröschen (*Helianthemum nummularium*).



Die Furchenbiene *Lasioglossum albocinctum* beim Pollensammeln in der Blüte des Gewöhnlichen Sonnenröschens (*Helianthemum nummularium*).

5.8.17 Convolvulaceae, Windengewächse

Die Windengewächse sind krautige oder holzige, oft windende Pflanzen und weltweit in allen gemäßigten und tropischen Gebieten verbreitet. Zu ihnen gehören Nutzpflanzen wie die Batate oder Süßkartoffel (*Ipomoea batatas*), Ackerwildkräuter wie die Acker-Winde (*Convolvulus arvensis*) sowie Zierpflanzen wie die Prunk-Winde (*Ipomoea purpurea*). In Mitteleuropa gibt es nur wenige Vertreter dieser Familie, von denen die Arten der Gattung *Convolvulus* (Winde) für Wildbienen am wichtigsten sind.

Die formenreiche Acker-Winde (*Convolvulus arvensis*), ein bis über 2 m tief wurzelnder Pionier auf Äckern, in Gärten, in Weinbergen, an Wegen und auf Schuttplätzen wird von den verschiedensten Wildbienen genutzt. Ihre trichterförmigen Blüten werden einerseits zum Schlafen aufgesucht, andererseits bieten sie auch Nektar. Der weiße Pollen wird außer von der Honigbiene und von Hummeln vor allem von Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*) gesammelt. In Mitteleuropa sind zwei oligolektische

Bienenarten auf *Convolvulus* spezialisiert: die nahverwandten Spiralhornbienen *Systropha curvicornis* und *S. planidens*. Die Weibchen transportieren den Pollen auf eine nur ihnen eigene Weise mit dem behaarten Hinterleib, der rundherum nahezu völlig mit dem Pollen bedudert wird. Neben der Acker-Winde kommen im Mittelmeerraum noch andere *Convolvulus*-Arten als Pollenquelle für diese Spezialisten in Betracht.

5.8.18 Cornaceae, Hartriegelgewächse

Die Hartriegelgewächse sind eine kleine Familie von Bäumen und Sträuchern, selten auch Kräutern hauptsächlich der nördlich-gemäßigten Breiten. Einige Arten der Gattung *Cornus* (Hartriegel) finden als Nutzholz für Möbel, landwirtschaftliche Geräte, Spulen und Weberschiffchen Verwendung oder sind beliebte Ziersträucher. Zwei Arten sind in Mitteleuropa als Wild- und Gartenpflanzen verbreitet, die Kornelkirsche und der Hartriegel.

Zu den Vorfrühlingsblühern gehört die im Siedlungsbereich als Zier- und Heckenstrauch häufige Kornelkirsche (*Cornus mas*), deren gelbe Blüten lange vor dem Laubausbruch erscheinen. Außer nektar- und pollensammelnden Honigbienen sieht man nur sehr vereinzelt nektarsaugende Wildbienen (z. B. Mauerbiene *Osmia cornuta*). Als Pollenquelle für Wildbienen hat die Kornelkirsche keine Bedeutung.

Der Hartriegel (*Cornus sanguinea*) blüht viel später, und zwar von Mai bis Juni. Seine weißen Blüten sondern reichlich Nektar ab, der offen und den Insekten frei zugänglich dargeboten wird. Wildbienen gehören zu den regelmäßigen, nektarsaugenden Besuchern. Auch der Pollen wird verschiedentlich gesammelt, insbesondere von polylektischen Sandbienen (*Andrena*), Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*), so daß man dem Hartriegel eine gewisse Bedeutung für Wildbienen nicht absprechen kann.

5.8.19 Crassulaceae, Dickblattgewächse

Die Dickblattgewächse sind sukkulente Kräuter und kleine Sträucher. Sie sind fast weltweit verbreitet und charakteristisch für heiße, felsige Standorte, die langen Trockenperioden ausgesetzt sind. Viele Arten werden als winterharte Zierpflanzen in Steingärten kultiviert.

Wenn es in Mitteleuropa auch keine oligolektischen, auf Dickblattgewächse spezialisierte Bienenarten gibt, so sind die meist im Hochsommer blühenden Arten der Gattungen *Sedum* (Fetthenne) und *Sempervivum* (Hauswurz) für Wildbienen doch sehr bedeutsam.

Die Kaukasus-Fetthenne (*Sedum spurium*) ist hier und da aus Gärten oder Friedhöfen verwildert und an alten Mauern, Felsen und Bahndämmen eingebürgert. Sie blüht als eine der ersten Arten im Juni. Der ab Ende Juni lange blühende Weiße Mauerpfeffer (*Sedum album*) wächst häufig auf Felsen, sonnen- Geröllhalden und in lückigen Magerrasen. Der Scharfe Mauerpfeffer (*Sedum acre*) kommt häufig in lückigen Magerrasen, an Wegen, Dämmen, an Mauern, auf Felsköpfen und in Sandfeldern vor. Diese drei Arten sind oft auch in Gärten zu finden. Sie werden als Nektar- wie als Pollenquelle von polylektischen Bienenarten aufgesucht. Unter den einheimischen *Sedum*-Arten hat die Felsen-Fetthenne (*Sedum reflexum*) die weitaus höchste Bedeutung für Wildbienen. Sie wächst zerstreut auf Felsköpfen und -gesimsen, auf Sandfeldern, sowie auf Weinbergsmauern und wird im Siedlungsbe-

reich gerne in Steingärten und im Kräuterbeet als »Tripmadam« angepflanzt. Diese Art, die im Juli blüht, wird besonders gerne zum Pollensammeln befliegen. Ihre Blütenstände werden von den Männchen der Wollbienen *Anthidium oblongatum* und *A. punctatum* als Territorium auch gegen artfremde Blütenbesucher verteidigt. Die Weibchen dieser Wollbienen-Arten sammeln hier regelmäßig Pollen.

Eine ganze Reihe von Hauswurz- (*Sempervivum*-) Arten und -Hybriden werden in Steingärten und auf Trockenmauern angepflanzt. Ihre Blütenstände dienen wie die von *Sedum reflexum* als beliebte Nahrungsquellen für Wildbienen. Unter den *Sempervivum*-Arten hat die Spinnwebige Hauswurz (*Sempervivum arachnoideum*) die höchste Bedeutung für Wildbienen. Sie wächst in alpinen Silikat-Magerrasen, auf Felsköpfen und in kalkfreien Feinschutthal- den. Regelmäßig kann man an ihren Blütenständen (wie auch bei *Sedum reflexum*) die Männchen der Wollbienen *Anthidium oblongatum* und *A. punctatum* bei ihrem Territorial- und Paarungsverhalten beobachten.

5.8.20 Cucurbitaceae, Kürbisgewächse

Die Kürbisgewächse sind meist kletternde Pflanzen überwiegend der Tropen der Alten wie auch der Neuen Welt. Einige Arten sind Bestandteil der Halbwüsten- oder sogar Wüstenvegetation. In den gemäßigten Breiten sind sie nur schwach vertreten. Zu ihnen gehören so bekannte Nahrungspflanzen wie Gurken, Kürbisse, Melonen und Zucchini.

In Mitteleuropa kommen nur zwei Arten wildwachsend vor, die Rotfrüchtige oder Zweihäusige Zaunrübe (*Bryonia dioica*) und die Schwarzfrüchtige oder Weiße Zaunrübe (*Bryonia alba*). Beide Arten klettern mit Hilfe von einfachen Ranken und wachsen an nährstoffreichen Stellen im Saum von Hecken, an Zäunen und Wegen. *Bryonia dioica* ist in Deutschland allerdings mehr im Westen verbreitet und nimmt nach Osten zu an Häufigkeit ab. *Bryonia alba* hingegen ist im Nordosten verbreitet, nimmt nach Südwesten an Häufigkeit ab, kommt in Bayern noch zerstreut vor, fehlt aber in Baden-Württemberg. Der Name Zaunrübe bezieht sich auf den Standort und auf die rübenartig verdickte Wurzel. *Bryonia dioica* ist zweihäusig, d. h. es gibt männliche und weibliche Pflanzen. Die männlichen Blüten konzentrieren sich in langgestielten Trauben, während die nur halb so großen weiblichen Blüten in kurzgestielten, doldenähnlichen Büscheln zusammenstehen. Männliche Pflanzen überwiegen in der Regel. Bei *Bryonia alba* sind die Blüten einhäu-



Die Sandbiene *Andrena florea* beim Pollensammeln in der männlichen Blüte der Zweihäusigen Zaunrube (*Bryonia dioica*).

sig, männliche und weibliche Blüten sind auf ein und derselben Pflanze zu finden. Beide Zaunrüben-Arten liefern sowohl in den männlichen wie in den weiblichen Blüten Nektar.

Die bei weitem häufigste Besucherin der Zaunrüben ist die oligolektische Sandbiene *Andrena florea*, die auf *Bryonia* spezialisiert ist. Beide Geschlechter dieser Sandbiene besuchen sowohl männliche als auch weibliche Blüten zur Eigenversorgung mit Nektar. Für die Versorgung der Brut sind die Weibchen der *Andrena florea* ganz auf männliche Blüten angewiesen. Im Falle der zweihäusigen *Bryonia dioica* besteht also eine Abhängigkeit von männlichen Pflanzen. Denn nur die männlichen Blüten besitzen Staubgefäße, die in langen, schmalen, gekrümmten Spalten aufspringen und einen goldgelben Pollen liefern. Gelegentlich stellen sich auch andere Bienenarten als Besucher ein. Meist handelt es sich um pollensammelnde Honigbienen oder Furchenbienen (*Lasioglossum*).

5.8.21 Dipsacaceae, Kardengewächse

Die Kardengewächse sind eine kleine Familie von Kräutern und Halbsträuchern, die vor allem im Mittelmeergebiet und im Nahen Osten mannigfaltig entwickelt sind, aber auch bis nach Nordeuropa,

Ostasien sowie Zentral- und Südafrika reichen. Einige Arten sind schöne Zierpflanzen. Die Weber-Karde (*Dipsacus sativus*) liefert ein natürliches Werkzeug, das in beschränktem Maße dazu benützt wird, Stoffe aufzurauben (»kardätschen«).

Einige Vertreter dieser Familie sind für Wildbienen von hoher Bedeutung. Für manche oligolektische Arten sind diese nämlich die bevorzugten Pollenquellen, aber auch viele polylektische Wildbienen werden regelmäßig als Besucher beobachtet. Die Karden- (*Dipsacus*-)Arten wie z.B. die Wilde Karde (*Dipsacus sylvestris*) stehen innerhalb dieser Pflanzenfamilie etwas abseits. Ihre Blüten sind zu eiförmigen oder kugeligen Köpfchen zusammengestellt und steifborstige Spreublätter verhindern, daß die Blütenbesucher über die Blütenstände laufen können. Als häufigste Blütenbesucher werden nektarsaugende und pollensammelnde Hummeln beobachtet.

Weitaus bedeutsamer für Wildbienen sind die (proterandrischen) Gattungen *Knautia* (Witwenblume oder Knautie), *Scabiosa* (Skabiose) und *Succisa* (Teufelsabbiß). Innerhalb der Kardengewächse bezieht sich nämlich die Spezialisierung einiger oligolektischer Bienenarten auf diese drei Gattungen, während die Gattung *Dipsacus* nicht miteinbezogen ist. Die vier Spezialisten sind die Sandbienen *Andrena hattorfiana* und *Andrena marginata* sowie die Hosenbienen *Dasypoda argentata* und *Dasypoda suripes*. Welche Arten der drei genannten Pflanzengattungen als Pollenquellen bevorzugt werden, hängt in erster Linie von der Blütezeit ab, also davon, ob Blütezeit der Pflanze und Flugzeit der Biene zusammenfallen. Am deutlichsten wird dies bei den zwei Sandbienen-Arten: Hauptpollenquellen sind für *Andrena hattorfiana* die beiden *Knautia*-Arten, für *Andrena marginata* die etwas später blühenden *Scabiosa*-Arten und *Succisa pratensis*. Treten Verschiebungen in Blütezeit (z.B. durch Mahd) oder Flugzeit auf, dienen die anderen Arten in gleicher Weise als Pollenquelle.

In Fettwiesen sowie an Weg- und Waldrändern der Ebenen bis mittleren Gebirgslagen wächst die mehrjährige, krautige und meist blau-rotviolett blühende Wiesen-Knautie (*Knautia arvensis*). Jeweils etwa 50 Blüten sind zu einem Köpfchen vereinigt und bieten einen auch für kurzrüsslige Insekten gut erreichbaren Nektar. Der Pollen ist ausgesprochen groß und intensiv rosa gefärbt. Die Wiesen-Knautie ist die Hauptpollenquelle der Sandbiene *Andrena hattorfiana* und der Hosenbiene *Dasypoda suripes*, wird aber auch von vielen anderen Bienenarten als Nektar- und Pollenquelle genutzt. Vor allem im Bergland an schattigen Wald- und Wegrändern



Die Sandbiene *Andrena hattorfiana* beim Sammeln des roten Pollens der Wiesen-Knautie (*Knautia arvensis*).



Die Hosenbiene *Dasypoda argentata* beim Pollensammeln auf der Skabiose (*Scabiosa*).

sowie in Hochstaudenfluren verbreitet ist die ebenfalls mehrjährige Wald-Knautie (*Knautia dipsacifolia*). Die Einrichtung der rötlich-blauen Blüten stimmt ganz mit der von *Knautia arvensis* überein. Ihre lange Blütezeit und ihre vielen Blütenköpfchen machen sie für Wildbienen und andere Insekten sehr bedeutsam. Für die Sandbiene *Andrena hattorfiana* ist sie die zweitwichtigste Pollenquelle, aber auch von anderen Wildbienen sind regelmäßige Pollenbesuche zu beobachten.

Skabiosen sind oft erst bei näherer Betrachtung von den Knautien zu unterscheiden. Die Einzelblüte der Knautie ist vierspaltig, die der Skabiose fünfspaltig. (Merksatz: K vor S wie 4 vor 5). Die Blütezeit der mitteleuropäischen Skabiosen beginnt meist erst, wenn die der Wiesen-Knautie bereits zu Ende geht. Die Skabiosen sind mit rund 80 Arten hauptsächlich im Mittelmeerraum und im Orient verbreitet. In Mitteleuropa sind nur 4 Arten heimisch, unter denen die Tauben-Skabiose (*Scabiosa columbaria*) die häufigste ist. Sie bevorzugt warme und trockene Böden und wächst daher meist in sonnigen Kalk-Magerrasen oder mageren Fettwiesen. Ihre Blüteneinrichtung stimmt weitgehend mit derjenigen der Wiesen-Knautie überein. Im Köpfchen befinden sich 70–80 Blüten, von denen die Randblüten deutlich strahlig vergrößert sind. Die Tauben-Skabiose ist die Hauptpollenquelle der Sandbiene *Andrena marginata* und der Hosenbiene *Dasypoda argentata*. Der Tauben-Skabiose sehr ähnlich ist die Gelbe Skabiose (*Scabiosa ochroleuca*), die sich von ihr vor allem durch die blaßgelben Blüten und ihre mehr östliche Verbreitung unterscheidet. Zerstreut kommt im Süden (Kaiserstuhl) und Osten auch die Wohlriechende Skabiose (*Scabiosa canescens*) vor, die einen ähnlichen Besucherkreis hat wie die anderen Skabiosen-Arten.

Auf Moorwiesen, Magerrasen oder mageren Wirtschaftswiesen besonders des Gebirges wächst der Gewöhnliche Teufelsabbiß (*Succisa pratensis*), dessen Besucher nicht ganz so zahlreich sind wie die der Knautien und Skabiosen, vor allem, wenn er in großflächigen Feuchtgebieten wächst, weil die meist im Erdboden nistenden Besucher dort kaum Nistplätze vorfinden. Sein großer, weißer Pollen wird ebenfalls von der Sandbiene *Andrena marginata* und der Hosenbiene *Dasypoda argentata* gesammelt, für die der Teufelsabbiß eine Nebenpollenquelle darstellt, aber nur dann, wenn trockenere Nistbereiche in der Nähe der Wuchsorte liegen.

In Südeuropa gibt es noch einige weitere Bienenarten, die auf Kardengewächse spezialisiert sind und deren Hauptpollenquellen vor allem *Scabiosa*-Arten sind.

5.8.22 Ericaceae, Heidekrautgewächse

Die Heidekrautgewächse sind eine artenreiche Familie von überwiegend Zwergsträuchern und Sträuchern mit vielen bekannten Gattungen wie *Rhododendron* (u.a. Alpenrosen, Azaleen), *Erica* (Glockenheide), *Calluna* (Heidekraut) und *Vaccinium* (Heidelberen, Preiselbeeren). Viele sind Ziersträucher wie die rund 700 kultivierten *Rhododendron*-Arten, einige *Vaccinium*-Arten liefern eßbare Beeren.

In Mitteleuropa sind Vertreter der Gattungen *Vaccinium*, *Calluna* und *Erica* für Wildbienen von hoher Bedeutung. Neben zahlreichen polylektischen Wildbienen, welche die Heidekrautgewächse als Nektar- und Pollenquellen nutzen, gibt es mehrere oligolektische, auf Heidekrautgewächse spezialisierte Bienenarten.

Bei den *Vaccinium*-Arten ist der reichlich angebotene Nektar verborgen. Je nach Weite der Blütenöffnung ist der Besucherkreis größer oder kleiner. Wie bei den meisten Ericaceen bilden die Staubblätter einen Kegel um den hervorragenden Griffel (Streu-kegel). Wenn eine Biene ihren Rüssel in das Blüten-Glöckchen senkt, stößt sie an die Staubbeutelfortsätze, wodurch der trockene, weiße Pollen aus den Löchern an der Staubbeutelspitze rieselt und die Bienen bepudert. Jeweils vier Pollenkörner sind zu sogenannten Pollentetraden vereinigt. Die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) kommt gesellig in nicht zu schattigen, vorwiegend montanen Laub- und Nadelwäldern und in Moor- und Bergheiden vor. Ihre Blütezeit fällt je nach Höhenlage in die Monate April bis Juni. Die Moorbeere oder Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum*) wächst gesellig in Kiefern- und Birkenmooren und in subalpinen Zwergstrauch-Heiden. Die Blütenöffnungen sind weiter als bei der Heidelbeere, so daß kleinere Bienen mit dem Kopf in die Blütenkrone eindringen können. Der Nektar ist somit lang- wie kurzrüssligen Insekten zugänglich. Die Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*) wächst im Unterwuchs trockener Wälder, vorzugsweise Kiefernwälder, auf Hoch- und Zwischenmooren und in Zwergstrauch-Heiden der Gebirge. Die Gewöhnliche Moosbeere (*Vaccinium oxycoccus* = *Oxycoccus palustris*) ist eine typische Hochmoorpflanze. Sie besiedelt die Hochmoorbulte und Torfmoos-Polster und hat eine lange Blütezeit von Mai bis Juli. Besucher der *Vaccinium*-Arten sind vor allem Hummeln, die Sandbiene *Andrena lapponica* und einige andere Wildbienen-Arten.

Das Heidekraut (*Calluna vulgaris*) bevorzugt saure Böden und besiedelt vor allem Sandheiden (in



Die Sandbiene *Andrena lapponica* beim Pollensammeln an der Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*).

Nordwestdeutschland weite Flächen bedeckend), lichte Eichen- und Kiefernwälder sowie Moore. *Calluna* ist die einzige der heimischen Ericaceen, deren Blütezeit auf den Spätsommer und Herbst fällt. Die Blüten sind Glöckchen von 2–3 mm Länge. Der Zugang zum Nektar, der bei günstiger Witterung reichlich abgesondert wird, ist problemlos. Von Imkern wird das Heidekraut sehr geschätzt. Berühmt ist der dunkle »Heidehonig« der Lüneburger Heide. Die Staubgefäße öffnen sich bereits in der Knospe. Von jedem zum Nektar vordringenden Insektenrüssel werden sie angestoßen, wodurch der weiße Pollen aus den Staubbeuteln ausgestreut wird. Für die Seidenbiene *Colletes succinctus* und die Sandbiene *Andrena fuscipes* ist das Heidekraut die Hauptpollenquelle.

Die Moor-Glockenheide (*Erica tetralix*) braucht viel Feuchtigkeit und blüht in Heidemooren und moorigen Wäldern von Juni bis Juli. In den höher gelegenen Küstengebieten der Nordsee gibt es ausgedehnte Tetralixheiden. Die Blüteneinrichtung dieser Ericacee ist ähnlich der von *Vaccinium myrtillus* und *V. uliginosum*. *Erica tetralix* ist eine bedeutsame Pollenquelle der Furchenbiene *Lasioglossum prasinum* und der Blattschneiderbiene *Megachile analis*. Die Schneeheide (*Erica carnea*) ist eine Geröll- und Felsbodenbewohnerin des Alpenvorlandes und des

Hochgebirges und wird häufig als Zierpflanze in Rabatten gezogen. Sie blüht als einer der ersten Frühlingsblüher je nach Höhenlage von März bis Juni, bei günstiger Witterung beginnt ihre Blüte bereits im Dezember oder Januar. Ihre Besucher sind vor allem nektar- und pollensammelnde Honigbienen und Hummeln, vereinzelt auch andere frühfliegende Wildbienen. Hummeln eignen sich oft den Nektar an, indem sie die Krone durchbeißen.

5.8.23 Euphorbiaceae, Wolfsmilchgewächse

Die Wolfsmilchgewächse sind eine ungemein artenreiche, vorwiegend tropische Familie von Kräutern, Sträuchern und Bäumen. Einige liefern wichtige Produkte wie Maniok (Grundnahrungsmittel ärmerer Bevölkerungsschichten tropischer Länder), Kautschuk, Rizinus- und Tungöl. Manche sind als Zierpflanzen bekannt, wie der Weihnachtsstern (*Euphorbia pulcherrima*) und der Rizinus (*Ricinus communis*). In Mitteleuropa gibt es vergleichsweise wenige Arten, die überwiegend zur Gattung *Euphorbia* (Wolfsmilch) gehören und von denen die Zypressen-Wolfsmilch (*Euphorbia cyparissias*) die häufigste ist.

Die Nektardrüsen der als Cyathien bezeichneten Wolfsmilch-Blütenstände sondern eine flache Schicht völlig freiliegenden Nektars ab, der allen daran interessierten Insekten leicht zugänglich ist. Überwiegend stellen sich Käfer, Fliegen und Wespenartige, aber auch verschiedene Wildbienen als Nektarbesucher ein. Honigbienen sammeln gelegentlich auch Pollen. Von polylektischen Wildbienen werden Pollenbesuche verschiedentlich angegeben, aus dem behandelten Gebiet sind sie bisher aber nicht eindeutig belegt.

5.8.24 Fabaceae (Papilionaceae, Leguminosae), Schmetterlingsblütler

Die Schmetterlingsblütler oder Leguminosen sind die zweitgrößte Familie der Blütenpflanzen. Es sind Kräuter, Sträucher und Bäume, die über alle Erdteile mit Ausnahme der Antarktis verbreitet sind. An wirtschaftlicher Bedeutung übertreffen die Leguminosen sogar die ihnen an Artenzahl überlegenen Korbblütler. Viele von ihnen wie die Ackerbohne (*Vicia faba*), die Gartenerbse (*Pisum sativum*) und die Linse (*Lens culinaris*), gehören wegen ihrer Hülsenfrüchte zu den ältesten Nutzpflanzen des Menschen und waren schon in der Bronzezeit in Kultur. Auch so bekannte Arten wie Gartenbohne (*Phaseolus vulgaris*), Sojabohne (*Glycine max*) und Erdnuß (*Arachis hypogea*) dienen der menschlichen Ernährung. Arten wie Rotklee (*Trifolium pratense*) und Luzerne (*Medicago sativa*) werden als Viehfutter angebaut. Wieder andere sind geschätzte Zierpflanzen wie Lupine (*Lupinus*), Glyzine (*Wisteria*), Goldregen (*Laburnum*) und Edelwicke (*Lathyrus*).

Fast alle Schmetterlingsblütler bilden an ihren Wurzeln gallenähnliche Anschwellungen, die sogenannten »Wurzelknöllchen«, die Bakterien enthalten. Diese Bakterien können den freien Luftstickstoff binden und in Stickstoffverbindungen umwandeln, die die Pflanze verwerten kann. Hier liegt eine Symbiose zwischen den Leguminosen und den Knöllchenbakterien vor, wobei einerseits die Bakterien von der Pflanze ernährt werden, andererseits ihre stickstoffhaltigen Ausscheidungen den Pflanzen zugute kommen. Die Fabaceen sind damit befähigt, auch auf stickstoffarmen Böden zu gedeihen. Abfallende Blätter und absterbende Pflanzen bereichern den Boden mit ihren stickstoffhaltigen Überresten und machen ihn für Nichtleguminosen fruchtbar. Hierauf beruht die in der Landwirtschaft in großem Maße betriebene Gründüngung, die schon im römischen Altertum bekannt war.

Die Schmetterlingsblüte hat bei allen Gattungen einen weitgehend übereinstimmenden Bau. Die beiden unteren Kronblätter sind zu einem »Schiffchen« verwachsen, das die Staubblattröhre und den Griffel umschließt. Die beiden seitlichen Kronblätter, die sogenannten »Flügel«, sind oft durch einen Falz mit dem Schiffchen verbunden. Das oberste Kronblatt, die »Fahne«, ist meist größer als die übrigen, oft abweichend gefärbt und bildet den auffälligsten Teil der Schmetterlingsblüte. 10 oder wenigstens 9 der Staubblätter sind im unteren Teil zu einer Röhre verwachsen. Nektar wird an der Innenseite der Basis der Röhre sezerniert und ist durch die beiden Schlitze seitlich des freien, 10. Staubblattes zugänglich. Blüten, bei denen alle 10 Staubblätter zu einer geschlossenen Röhre verwachsen sind, sondern keinen Nektar ab. Die meisten Papilionaceen sind an Fremdbestäubung und zwar durch Hautflügler (Hymenopteren) angepaßt. Als Anflugplatz dienen das Schiffchen oder die Flügel oder beide zusammen.

Nach dem Mechanismus, mit dessen Hilfe der Pollen und die Narben mit den Besuchern in Berührung gebracht werden, lassen sich unter den europäischen Leguminosen vier Typen unterscheiden:

1) Am einfachsten ist die »Klappvorrichtung«. Sie ist z. B. bei *Onobrychis* (Esparsette) verwirklicht. Nektar wird reichlich unterhalb des Fruchtknotens abgeschieden. Die beiden Flügel sind reduziert. Unter dem Gewicht eines besuchenden Insektes weicht das Schiffchen gelenkig nach unten, während die Staubbeutel und das Griffelende ihre Lage beibehalten und die Körperunterseite des Besuchers berühren. Nach dem Besuch klappt das Schiffchen wieder in seine ursprüngliche Lage zurück. Dieser Mechanismus kann auch von kurzrüssligen, nektarsaugenden Insekten wie der Honigbiene mehrmals ausgelöst werden, wobei Pollen auf die Narbe gelangt. Ähnliche Verhältnisse finden sich bei den Blüten von *Melilotus* (Steinklee). Die Flügel sind hier allerdings wohlausgebildet und am Grunde mit dem Schiffchen verbunden. Auch hier können kurzrüsslige Insekten den Nektar erreichen. Bei der Gattung *Trifolium* (Klee) erfährt dieser Typ eine Abänderung. Schiffchen, Flügel, Staubblattröhre und oft auch die Fahne sind an der Basis zu einer Röhre verwachsen, die z. B. beim Weißklee 3 mm, beim Rotklee 7–10 mm lang ist. Zwängt eine Biene den Rüssel in diese Röhre hinein, weicht der freie Teil des Schiffchens mit den Flügeln nach unten und Narbe und Staubbeutel berühren die Besucherin. Je nach Länge der Röhre ist der Nektar für kurzrüsslige oder nur für langrüsslige Insekten erreichbar. Bei Wildbienen, die nur am Pollen interessiert sind,



Futter-Esparsette (*Onobrychis viciifolia*).

spielt die Rüssellänge eine untergeordnete Rolle. Ein ähnlicher Klappmechanismus findet sich auch bei *Astragalus* (Tragant), *Oxytropis* (Spitzkiel) und dem nektarlosen *Chamaecytisus* (Geißklee).

2) Etwas komplizierter ist die »Schnellvorrichtung«, auch »Schlag-« oder »Explosionseinrichtung« genannt, die z. B. bei *Medicago* (Schneckenklee) vorhanden ist. Hier tritt bei der Entfaltung der Blüten zwischen der Staubblattröhre und dem Schiffchen eine erhebliche Spannung auf, die beim ersten Insektenbesuch gelöst wird. Durch das Herabdrücken des Schiffchens schnellte die aus Staubblattröhre und Fruchtblatt bestehende »Geschlechtssäule« mit ziemlicher Kraft aufwärts, wobei Narbe und Pollen den Insektenkörper berühren. Bei den nektarhaltigen Blüten der Luzerne (*Medicago sativa*) wird die Spannung durch ein Schwellgewebe auf der Unterseite der Staubblattröhre hervorgerufen. Beim Besuch entspannt sich die Staubblattröhre und schnellte hoch. Da der mehlig Pollen bereits aus den Staubbeuteln entleert ist, wird er an die Körperunterseite der Besucher geschleudert. Gleichzeitig berührt die kleine an der Spitze des aufgekrümmten Griffels sitzende Narbe den Insektenkörper. Ist die Schnellvorrichtung einmal ausgelöst, kehren Schiffchen und Flügel nicht mehr in ihre ursprüngliche Lage zurück. Nun kön-

nen alle Insekten ungehindert zum Nektar gelangen. Die Auslösung der Schnellvorrichtung bei der Luzerne, im angelsächsischen Sprachgebrauch »tripping« genannt, spielt bei der Luzerne-Samenzucht eine große Rolle, weil nur nach erfolgter »Explosion« der Samenansatz optimal ist. Wildbienen sind zum »Tripping« besser geeignet als die Honigbiene (zur Bestäubung s. Kap. 5.6.1). Die größten Explosionsblüten Mitteleuropas hat der Besenginster (*Cytisus scoparius*). Den Explosionsmechanismus seiner nektar- und geruchlosen Blüten können nur Hummeln (*Bombus*), Holzbiene (*Xylocopa*) und Langhornbienen (*Eucera*) leicht auslösen, während die Honigbiene nur schwer dazu imstande ist. Beim Blütenbesuch erfolgt zunächst eine erste Explosion, bei der die fünf kürzeren Staubblätter hervorschnellen und ihren Pollen an die Unterseite des Besuchers schleudern. Kurz danach erfolgt eine zweite, heftigere Explosion: der Griffel springt hervor und schlägt der Biene auf den Rücken, während fast gleichzeitig die längeren Staubblätter losschnellen. Bei *Genista* (Ginster) stehen Schiffchen und Flügel unter Druck und schlagen bei Auslösung nach unten, während Griffel und Staubblätter ihre Position beibehalten.

3) Bei Blüten mit »Bürsteneinrichtung« trägt der Griffel oberseits Bürstenhaare, die den Pollen schon



Ein Weibchen der Wollbiene *Anthidium manicatum* beim Pollensammeln an der nektarlosen Hauhechel (*Ononis*).

vor der Öffnung der Blüte aufnehmen. Klappt das Schiffchen herab, wird der Pollen portionsweise auf den Besucher gefegt, ohne daß die Staubbeutel hervortreten. Nach Abfliegen des Insekts tritt die ursprüngliche Lage wieder ein. Zu diesem Typ gehören die Gattungen *Vicia* (Wicke), *Lathyrus* (Platterbse) und *Robinia* (Robinie), deren Blüten nektarhaltig sind. Die Griffelbürste liegt meist median in der Symmetrieebene des Flegeapparates, so daß der Pollen auf der Brust des Besuchers abgesetzt wird. Bei einigen Arten aber (z. B. *Lathyrus latifolius*, *Lathyrus sylvestris*, *Phaseolus*) ist die Bürste am Griffel einseitig orientiert, so daß der Pollen an die linke oder rechte Seite des Besuchers gelangt.

4) Am kompliziertesten gebaut sind die Blüten mit »Nudelspritzen-« oder »Pumpeinrichtung«, wie sie bei *Lotus* (Hornklee), *Hippocrepis* (Hufeisenklee), *Ononis* (Hauhechel), *Anthyllis* (Wundklee), *Coronilla* (Kronwicke) und *Lupinus* (Lupine) zu finden sind. Das Schiffchen ist mit den beiden Flügeln durch Vorsprünge verbunden. Seine beiden Teile sind auch an der Oberseite verklebt und lassen nur an der schnabelförmigen Spitze einen kleinen Spalt frei. Die Staubbeutel entleeren ihren klebrigen Pollen bereits im Knospenzustand und lagern ihn im Schiffchenende ab. Werden Flügel und Schiffchen durch das Insekt belastet, weichen sie elastisch nach

unten und der Pollen wird als band- oder nudelförmige Masse mittels der Narbe oder der meist keulig verdickten, wie ein Pumpenkolben wirkenden Staubfadenenden durch die Schiffchenöffnung portionsweise herausgepreßt. Ist der Pollenvorrat erschöpft, tritt bei weiterem Insektenbesuch das Griffelende mit der Narbe aus dem Schiffchenende aus. Besucher zerstören oft diesen Mechanismus, so daß hinterher nur noch der Eindruck einer Klappvorrichtung besteht.

Die Schmetterlingsblütler sind ungemein wichtige Nahrungspflanzen von Bienen, sei es als teils ausgiebige und zuckerreiche Nektarspender oder als Pollenquellen. Ihre Bedeutung für die Honigproduktion und die Honigbienenzucht ist in Imkerkreisen gut bekannt. Für zahlreiche Wildbienen-Arten sind bestimmte Schmetterlingsblütler als Pollenquellen unersetzlich. Dies gilt vor allem für oligolektische Arten, die hinsichtlich der Leguminosen die unterschiedlichsten Spezialisierungen zeigen. Es gibt sogenannte Familienspezialisten, also solche, die Fabaceen allgemein bevorzugen, ohne eine Bindung an ganz bestimmte Gattungen zu zeigen. Hierzu gehören die Sandbienen *Andrena intermedia*, *A. labialis*, *A. similis* und *A. wilkella* und offensichtlich auch die Mauerbienen *Osmia acuticornis* und *Osmia tridentata*. Andere Wildbienen bevorzugen



Die Bastardbiene *Trachusa byssina* beim Pollensammeln am Gewöhnlichen Hornklee (*Lotus corniculatus*).

innerhalb dieser Pflanzenfamilie ganz bestimmte Gattungen bzw. Arten, nutzen aber bei deren Fehlen auch andere Fabaceen. So sammelt die Mörtelbiene *Megachile ericetorum* besonders häufig an *Lathyrus*, *Lotus* und *Ononis*; die Bastardbiene *Trachusa byssina* bevorzugt *Lotus*. Eine besondere Vorliebe für *Medicago* haben die Schwebefiene *Melitturga clavicornis*, die Sägehornbiene *Melitta leporina* und die Graubiene *Rhopitoides canus*. *Hippocrepis* und *Lotus* bevorzugen die Mauerbienen *Osmia loti*, *O. ravouxi* und *O. xanthomelana*. Eine Gattungsspezialisierung zeigen zwei Sandbienen- (*Andrena*-) Arten. Auf die nahverwandten Gattungen *Vicia* und *Lathyrus* ist die Sandbiene *Andrena lathyri* spezialisiert, während für die Sandbiene *Andrena ratisbonensis* nur *Chamaecytisus*-Arten als Pollenquellen belegt sind. Aber auch für viele polylektische Wildbienen sind Fabaceen bedeutsame Pollenspenden, vor allem Vertreter der Gattungen *Hippocrepis*, *Lotus*, *Vicia*, *Lathyrus*, *Medicago*, *Ononis*, *Melilotus* und *Trifolium*, die bei der nachfolgenden Auswahl der zahlreichen mitteleuropäischen Schmetterlingsblütler auch besonders berücksichtigt sind.

Bereits im Mai beginnt der Hufeisenklee (*Hippocrepis comosa*) zu blühen, dessen lebhaft gelbe Blüten in meist 5- bis 12-blütigen Dolden stehen. Er

wächst in Süd- und Mitteleuropa auf mehr oder weniger kalkreichen, warmen Böden, an Felsen, auf Schutt, auf Erdanrissen und bildet in sonnigen Kalkmagerrasen und auf extensiv genutzten Schafweiden der Mittelgebirge, z. B. im Jura, oft große Herden. Für eine Reihe von Mauerbienen (*Osmia*) der Trockenbiotope ist er von Mai bis Juni die wichtigste Pollenquelle, in ihrer Bedeutung mit dem Hornklee (*Lotus*) vergleichbar, der etwas später zu blühen beginnt. Die Pumpeinrichtung der Hufeisenklee-Blüten können auch kleine Wildbienen, wie z. B. die Mauerbiene *Osmia gallarum* »bedienen«.

Eine sehr hohe Bedeutung für Wildbienen haben die Vertreter der Gattung *Lotus* (Hornklee), vor allem der weit verbreitete und in den meisten Gegenden häufige, formenreiche Gewöhnliche Hornklee (*Lotus corniculatus*). Er wächst in mageren bis fetten, trockenen bis frischen Wiesen, sowie an Wegen, Böschungen und in Steinbrüchen. Seine ausgesprochen lange Blütezeit reicht von Ende Mai bis in den Herbst, weil er auch nach einer Mahd noch einmal blüht. Die kleinen Blüten werden von vielen verschiedenen Wildbienen ungemein gern besucht, weswegen er in vielen Lebensräumen während des Sommers eine der wichtigsten Nahrungspflanzen ist. Rund 60 heimische Bienenarten nutzen ihn als Pollenquelle.

Unter den mitteleuropäischen Wicken- (*Vicia*-) Arten, hat die reichblütige Zaun-Wicke (*Vicia sepium*) die weitaus größte Bedeutung für Wildbienen. Als ausdauernde, Ausläufer treibende Art besiedelt sie frische, nährstoffreiche Standorte wie Fettwiesen, Weg- und Ackerränder, aber auch Gebüsch- und Waldsäume. Nur kräftige, langrüsslige Bienen wie Hummeln (*Bombus*), Pelzbienen (*Anthophora*) und Langhornbienen (*Eucera*) vermögen an den verborgenen Nektar zu gelangen. Manche Hummeln (z. B. *Bombus terrestris*) begehen primären Nektarraub, durch die entstandenen Löcher rauben andere Bienen Nektar. Die Zaun-Wicke dient zwei oligolektischen Bienenarten, der Langhornbiene *Eucera tuberculata* und der Sandbiene *Andrena lathyri* unter den von ihnen besuchten Pflanzen weitaus am häufigsten als Pollenquelle. Dabei sind nektarsaugende Männchen und Weibchen wie auch pollensammelnde Weibchen von *Eucera tuberculata* legitime Blütenbesucher, d. h. sie saugen Nektar auf normalem Weg, wozu sie durch ihren langen Rüssel befähigt sind, und tragen damit zur Bestäubung bei. Anders bei *Andrena lathyri*. Beide Geschlechter dieser Sandbiene sind obligatorische Nektarräuber. Da ihr Rüssel zu kurz ist, um an den Nektar auf normalem Wege zu gelangen, schieben sie ihren Rüssel seitlich am Grunde der Kronblätter in die Kronröhre hinein, wobei sie den Kelch mit dem äußeren Oberkiefer (Mandibel) soweit einschneiden, bis ihr Rüssel den Nektar erreicht. Diese Form des primären Nektarraubs durch *Andrena lathyri* konnte ich auch an den Blüten der Ungarischen Platterbse (*Lathyrus pannonicus*) beobachten. Die lange Blütezeit von Mai bis Juli und ihre weite Verbreitung und Häufigkeit machen *Vicia sepium* auch für andere Wildbienen, insbesondere für manche Osmien, für die Mörtelbiene *Megachile parietina* und für Hummeln wertvoll. Die Zaun-Wicke besitzt wie auch einige andere *Vicia*-Arten extraflorale, unterseits der Nebenblätter sitzende Nektarien, die von Ameisen, vereinzelt auch von der Honigbiene, nicht aber von Wildbienen genutzt werden. Die in trockenen Wiesen Süddeutschlands oft gleichzeitig mit der Zaun-Wicke blühende Saat-Wicke (*Vicia sativa*) ist im Vergleich mit dieser quasi bedeutungslos. Nur sehr vereinzelt saugen Männchen von *Eucera tuberculata* Nektar. Die Weibchen von *Andrena lathyri* sah ich nie an ihren Blüten Pollen sammeln. Im Vergleich zur Zaun-Wicke liefert die Saat-Wicke auch weit weniger Pollen pro Blüte. Die erst im Juni aufblühende, in feuchten bis trockenen, mageren bis fetten Wiesen, in Getreideäckern und Hecken häufige Vogel-Wicke (*Vicia cracca*) dient verschiedenen Sandbie-

nen (*Andrena*), Mauerbienen (*Osmia*) und Blattschneiderbienen (*Megachile*) als Pollenquelle. Als Körnerfutter werden die Acker-Bohne (*Vicia faba*) und als Grünfutter die Zottel-Wicke (*Vicia villosa*) angebaut. Beide sind beliebte Nahrungsquellen von Hummeln.

Mit *Vicia* sehr nah verwandt ist die Gattung *Lathyrus* (Platterbse). Zu ihr gehört die gut bekannte, aus dem Mittelmeerraum stammende Wohlriechende Wicke (*Lathyrus odoratus*), die häufig an Gartenzäunen, Lauben und auf Balkonen als einjährige Pflanze gezogen wird. Alle wildwachsenden, einheimischen Platterbsen sind je nach Standort und Blütezeit sehr beliebte Pollenquellen einiger Wildbienenarten. Eine typische Frühlingsart ist die Frühlings-Platterbse (*Lathyrus vernus*), die vor allem in Laubwäldern auf meist kalkreichem Untergrund von April bis Mai blüht. In dieser Zeit wird sie häufig von Hummeln besucht. Am Ende ihrer Blütezeit dient sie auch noch der Sandbiene *Andrena lathyri* als Pollenquelle. In nicht zu kalkarmen, feuchten bis ziemlich trockenen, mageren bis fetten Wiesen kommt die Wiesen-Platterbse (*Lathyrus pratensis*) vor. Sie wächst aber auch in nassen Wiesen und tritt selbst im Röhricht auf. Düngung, Mahd und Beweidung wird von ihr gut vertragen. Die Knollen-Platterbse (*Lathyrus tuberosus*) trat als Kulturbegleiter früher am häufigsten in Getreidefeldern bindiger Kalk- und Lehmböden auf, kommt heute aber meist auf Brachland, an Feldrainen, Wegrändern sowie auf Fluß- und Bahndämmen vor. Sie ist ausdauernd und hat lange, dünne Ausläufer, von denen zu mehr oder weniger haselnußgroßen Knollen verdickte Wurzeln ausgehen. Die Wilde Platterbse (*Lathyrus sylvestris*) wächst im Saum sonniger Hecken, an Waldwegen, auf Böschungen, im Steinschutt und ist hier und da auch als Rest früherer Kulturen in Weinbergbrachen und an Ruderalstellen eingebürgert. Die nahverwandte Breitblättrige Platterbse (*Lathyrus latifolius*) wird als Zierpflanze deutscher und schweizerischer Gärten schon um 1600 angeführt und ist verschiedentlich verwildert und eingebürgert. Die Blütezeit der drei zuletzt angeführten *Lathyrus*-Arten fällt etwa in die Monate Juni bis August. Neben Hummeln treten vor allem verschiedene Mauerbienen wie *Osmia tridentata* und *O. acuticornis*, Blattschneiderbienen wie *Megachile willughbiella* und die Mörtelbiene *Megachile ericetorum* als Pollensammler auf.

Die Esparsette (*Onobrychis viciifolia*) ist mit ihrer 1–4 m langen Pfahlwurzel eine sehr langlebige und anspruchslose Viehfutterpflanze. Seit dem 16. Jahrhundert baut man sie bei uns an. Das sehr nährstoffreiche Heu wird besonders als Pferdefutter

gerühmt. Da die Esparsette aber weniger ertragreich ist als die Luzerne, geht ihr Anbau stetig zurück. Nur noch in Frankreich und Spanien kann man größere Esparsettenfelder finden. Die Esparsette ist aber heute vielerorts verwildert und eingebürgert. Da sie trockene, kalkhaltige und durchlässige Böden bevorzugt, wächst sie vor allem in sonnigen Kalkmagerrasen (insbesondere in gemähten Halbtrockenrasen), an Wegen und Böschungen. Sie ist nicht weidefest, verträgt keinen häufigen Schnitt und blüht von Mai bis August. Die Sand-Esparsette (*Onobrychis arenaria*) ist als kontinentale Art vorwiegend in Osteuropa verbreitet, besitzt aber noch einzelne Reliktvorkommen in Mitteleuropa (z. B. Main-Taubergebiet) und in den Zentralalpentälern (Wallis). Die Berg-Esparsette (*Onobrychis montana*) ist an den Südhängen der Kalkalpen und des Juras in der subalpinen und alpinen Stufe verbreitet und dort meist häufig. Vor allem die beiden erst genannten Esparsetten sind in Mitteleuropa die bevorzugten Pollenquellen der oligolektischen, auf *Onobrychis* spezialisierten Sägehornbiene *Melitta dimidiata*. Aber auch andere Wildbienenarten, z. B. die Mörtelbiene *Megachile parietina*, nutzen die Esparsette als beliebte Nektar- und Pollenquelle (der Nektar ist durch die nur 2–3 mm lange Kelchröhre auch kurzrüsseligen Bienen zugänglich).

Die wenigen in Mitteleuropa vorkommenden Steinklee- (*Melilotus*-)Arten sind alle zweijährig und besitzen durch den hohen Kumaringehalt einen süßlich-aromatischen, aber angenehmen Duft. Echter Steinklee (*Melilotus officinalis*) und Weißer Steinklee (*Melilotus alba*) sind als Rohbodenpioniere für sonnige Wildkrautfluren charakteristisch und treten vor allem in Steinbrüchen, in Kiesgruben, im Bahngelände, auf Erdanrissen, an Wegen und auf Schuttplätzen teils in großen Herden auf. Da auch kurzrüsselige Bienen zum sehr attraktiven Nektar gelangen können, ist das Besucherspektrum groß. Die bei weitem häufigste Besucherin dürfte aber die Honigbiene sein, weswegen die Steinklee-Arten bei Imkern sehr beliebt sind.

Die Blüten der Gattung *Ononis* (Hauhechel) sind nektarlose Pollenblumen, spielen aber in Trockenbiotopen eine große Rolle als ergiebige Pollenquellen einiger Bienenarten. Am häufigsten sind die Kriechende Hauhechel (*Ononis repens*) und die Dornige Hauhechel (*Ononis spinosa*), die ausdauernde Magerkeitszeiger der Kalkmagerrasen und Magerweiden sind, aber auch an Wegen und auf Böschungen und in Moorbiesen wachsen. Vor allem die Dornige Hauhechel kann auf Schafweiden in großer Zahl auftreten. *Megachile*- und *Anthidium*-Arten führen den Rüssel beim Besuch in die

Blüte ein, so, als würden sie Nektar saugen. Tatsächlich dient das Einführen des Rüssels aber als zusätzlicher Halt für die Biene während der Pollenernte, für die mehrere Beinpaare tätig werden müssen.

Die Blüten der Bunten Kronwicke (*Coronilla varia*) liefern reichlich Pollen, der zur Blütezeit im Hochsommer vor allem von Hummeln und vereinzelt auch von anderen Wildbienen, z. B. der Wollbiene *Anthidium manicatum* gesammelt wird. Die Kronwicke ist in den Kalkgebieten weit verbreitet und wächst in Wald- und Gebüschsäumen, in brachgefallenen Magerwiesen, an Böschungen und Dämmen.

Unter den Vertretern der Gattung *Medicago* (Schneckenklee) haben die Luzerne und der Sichelklee sowie deren Bastarde eine sehr hohe Bedeutung für Wildbienen. Die als Sammelart anzusehende Luzerne (*Medicago sativa*) wird als wertvolle, mehrjährige Viehfutterpflanze angebaut und findet sich oft verwildert auf warmen, kalkreichen, tiefgründigen Böden, z. B. in mageren Wiesen, an Wegen und Böschungen. Die Luzerne gedeiht am besten im Weinbauklima. Dank ihrer oft meterlangen Pfahlwurzel erträgt sie auch längere Trockenheit hervorragend. Selbst wenn im Sommer nach wochenlanger Dürre die Wiesen völlig verdorrt sind, sieht sie oft noch frisch aus und ist gerade dann als Nahrungsquelle für Wildbienen besonders wichtig. Die Luzerne hat ein sehr weites Besucherspektrum. Dabei kann es sich um Sandbienen (*Andrena*), Schwebebienen (*Melitturga*), Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*), Graubienen (*Rhophitoides*), Schienenbienen (*Nomia*), Sägehornbienen (*Melitta*), Mauerbienen (*Osmia*), Blattschneider- und Mörtelbienen (*Megachile*), Langhornbienen (*Eucera*) und Hummeln (*Bombus*) handeln. Der Anteil der einzelnen Bienen-Arten bzw. -Gattungen ist in den europäischen Ländern jeweils unterschiedlich. So wurden bei Lublin in Polen ohne Unterscheidung zwischen Nektar- und Pollenbesuchen 121 Wildbienenarten, darunter 17 Hummelarten auf Luzerneblüten festgestellt. Nahezu 30 heimische Bienenarten (ohne Hummeln) nutzen die Luzerne als Pollenquelle. Unter den oligolektischen, auf Fabaceen spezialisierten Arten erweist sich in Mitteleuropa die Sägehornbiene *Melitta leporina* als weitaus häufigste Besucherin, gefolgt von der Graubiene *Rhophitoides canus* und der Schwebebiene *Melitturga clavicornis*.

Die Gattung *Trifolium* (Klee) ist mit vielen Arten in Mitteleuropa vertreten. Bei der oft ausgedehnten Blütezeit sind alle Klee-Arten wichtige Nektar- und Pollenquellen von Wildbienen. Am bekanntesten ist der Rote Wiesen-Klee (*Trifolium pratense*), der in



Die Schwebefliege *Melitturga clavicornis* beim Pollensammeln an der Blüte der Wald-Platterbse (*Lathyrus sylvestris*).

den verschiedensten Wiesen-Typen häufig vorkommt und als Viehfutter angebaut wird. Seine Besucher sind aufgrund der langen Kronröhre in erster Linie langrüsslige Hummeln, die von den bisweilen großen Anbauflächen profitieren. Der Weißklee (*Trifolium repens*) bildet oft dichte und ausgedehnte Bestände in häufig gemähten Parkrasen, wächst aber auch in Wiesen und an Wegen. Der Hasen-Klee (*Trifolium arvense*) ist in den Sandgebieten eine wichtige Nahrungs-, insbesondere Nektarquelle verschiedenster Hautflügler, zumal auch kurzrüsslige Arten bei der kaum 2 mm langen Kronröhre leicht zum Nektar gelangen können.

Vorwiegend sommerwarme, trockene und kalkreiche Standorte, wie Magerrasen, Böschungen, Dämme oder Steinbrüche bewohnt der düngerfeindliche und formenreiche Gewöhnliche Wundklee (*Anthyllis vulneraria*). Bei seinen zu Köpfchen vereinigten Blüten sind die Kronblätter lang genagelt (gestielt) und in eine etwa 10 mm lange Kelchröhre eingeschlossen, so daß der Nektar nur für langrüsslige Bienen wie Hummeln oder Langhornbienen (*Eucera*) erreichbar ist. Der Pollen wird überwiegend von Hummeln gesammelt.

Der Regensburger Geißklee (*Chamaecytisus ratisbonensis*) kommt in der Bundesrepublik Deutschland nur in Bayern vor, wo er am Lech die Westgrenze der Verbreitung erreicht. Er wächst in lichten, trockenen Kiefernwäldern, an Waldsäumen

und in offenen Magerrasen. Hier ist er die Hauptpollenquelle der Sandbiene *Andrena ratisbonensis*, die in Osteuropa noch weitere *Chamaecytisus*-Arten zum Pollensammeln nutzt.

Der Besenginster (*Cytisus scoparius*), tritt auf Sand- und Silikatböden oft gesellig auf und kann mehr oder weniger reine Besenginster-Heiden bilden. Wenn überhaupt Besucher auftreten, handelt es sich meist um Hummeln (*Bombus*), Holzbienen (*Xylocopa*) oder Langhornbienen (*Eucera*). Pollensammelnde Honigbienen lassen sich von der heftigen Explosionseinrichtung manchmal nicht irritieren. Nur gelegentlich sammeln auch kleinere Bienen den Pollen, aber nur an bereits explodierten Blüten. Sie halten hier praktisch »Nachlese«.

Die Gattung *Lupinus* (Lupine) ist nur von untergeordneter Bedeutung für Wildbienen. Lupinen besitzen nektarlose Blüten, die zwar regelmäßig von Hummeln, von anderen Wildbienen aber nur ganz vereinzelt als Pollenquellen genutzt werden.

Die aus China stammende Glyzinie (*Wistaria sinensis*), auch Blauregen genannt, wird zur Bekleidung von Hauswänden oder Pergolen gepflanzt und kann über 70 Jahre alt werden. Ihre süß duftenden, in langen Trauben hängenden, blauvioletten Blüten sind bei der Holzbiene *Xylocopa violacea* sehr beliebt, was besonders in Südeuropa im Frühjahr häufig beobachtet werden kann.

Die Robinie (*Robinia pseudacacia*), fälschlich auch »Akazie« genannt, stammt aus den Laubwaldgebieten des östlichen Nordamerika und wurde 1601 von dem Pariser Hofgärtner Jean Robin in Europa eingeführt. Hier ist sie inzwischen in weiten Teilen eingebürgert, bildet oft große Haine, verdrängt aber stellenweise völlig die einheimischen Waldbäume. Die Robinie verändert ihren Standort in gravierender Weise. Auf Trockenstandorten eingedrungen oder angepflanzt, baut sie z.B. schützenswerte Magerrasen völlig ab. Der Unterwuchs in den Robinienwäldchen ist extrem artenarm. Nur wenige Pflanzenarten können bei den sehr stickstoffreichen Bodenverhältnissen noch existieren. Daher kann sie hier für die Verwendung in der freien Landschaft nicht empfohlen werden, eher als Solitärbaum für Städte oder Industriegebiete. Bei höheren Temperaturen findet eine so reichliche Nektarabsonderung statt, daß die Robinie zu den nektarreichsten Trachtpflanzen der Honigbiene zählt und daher bei Imkern beliebt ist (»Akazienhonig«). Die Honigbiene hat durch die weite, glockige Form der Blüte freien Zutritt zum Nektar. Wenngleich auch Wildbienen gelegentlich die Blüten zum Nektarerwerb besuchen, ist die Robinie als Pollenquelle selbst für die Honigbiene von geringer Bedeutung.

5.8.25 Fagaceae, Buchengewächse

Die Buchengewächse sind eine wichtige Familie von Hartholzbäumen und Sträuchern der gemäßigten und tropischen Breiten. In Mitteleuropa sind sie mit den Gattungen *Fagus* (Buche), *Quercus* (Eiche) und *Castanea* (Kastanie) vertreten.

Von der windblütigen Rotbuche (*Fagus sylvatica*) liegen mir keine Pollenbesuche von Wildbienen vor.

Die Eichen (*Quercus*) sind ebenfalls nektarlose Windblütler und einhäusig, d.h. männliche und weibliche Blüten finden sich am gleichen Baum, jedoch in getrennten Blütenständen. Die männlichen Blütenstände, die lockere, fadenförmige, hängende Kätzchen bilden, dienen verschiedensten Wildbienen als Pollenquelle. Am wichtigsten sind bei uns zwei nah verwandte Eichenarten, die Stiel-Eiche (*Quercus robur*) und die Trauben-Eiche (*Quercus petraea*), die von Ende April bis in den Mai hinein blühen, wobei die Trauben-Eiche etwa 14 Tage später als die Stiel-Eiche blüht. An Waldrändern treten vor allem verschiedene Sandbienen- (*Andrena*-) Arten, die bevorzugt Bäume und Sträucher nutzen, als Pollensammler auf. Im Siedlungsbereich werden blühende Eichen regelmäßig auch von der Mauerbiene *Osmia rufa* beflogen.

Die Edelkastanie (*Castanea sativa*), die bei uns wild wächst, in Südeuropa wegen ihrer großen, eßbaren Früchte neben anderen Kastanienarten auch angebaut wird, ist wind- und insektenblütig und wie die Eichen einhäusig. Ihre männlichen Blüten sondern auch reichlich Nektar ab, weswegen sie von der Honigbiene ausgiebig beflogen werden. In manchen Gebieten verdanken die Imker der Edelkastanie daher eine reiche Honigernte. Die männlichen Blütenstände liefern auch reichlich Pollen, der nicht nur von Honigbienen, sondern auch von Wildbienen gesammelt wird. Die Beobachtung von Pollensammlern, z.B. der Mauerbiene *Osmia rufa*, wird jedoch durch die Höhe der Bäume erschwert.

5.8.26 Gentianaceae, Enziangewächse

Die Enziangewächse sind eine kleine, weltweit verbreitete Familie ein- und mehrjähriger Kräuter und einiger Sträucher, darunter die Enziane und andere Pflanzen mit Bitterstoffen, die in der Medizin und als Lieferanten von Aromastoffen verwendet werden. Die meisten Enzianarten sind Mittel- oder Hochgebirgspflanzen. Obwohl sie alle insektenblütig sind, spielen sie für Wildbienen nur eine untergeordnete Rolle. Der Nektar ist in ihren Blüten

meist tief verborgen und daher für kurzrüsslige Insekten kaum erreichbar. Gewöhnlich treten deshalb nur Falter und Hummeln als Nektarbesucher auf. An den engen Kronröhren wird regelmäßig Nektarraub durch Hummeln beobachtet. Lediglich der Gelbe Enzian (*Gentiana lutea*) macht eine Ausnahme. Sein Nektar ist auch Honigbienen und anderen kurzrüssligen Hautflüglern zugänglich. Als Nektarquelle kann diese Enzianart in Mittelgebirgsregionen (z. B. Feldberg im Schwarzwald) daher von Bedeutung sein. Die Enziane werden von polylektischen Bienenarten gelegentlich auch zum Pollensammeln beflogen. Am Frühlings-Enzian (*Gentiana verna*) konnte ich die Sandbiene *Andrena fulvata* als Pollensammlerin nachweisen.

5.8.27 Geraniaceae, Storchschnabelgewächse

Die Storchschnabelgewächse sind ein- und mehrjährige Kräuter und kleine Sträucher der meist gemäßigten und subtropischen Gebiete. Sie enthalten die sogenannten »Geranien«, die häufig in Balkonkästen kultiviert werden, aber eigentlich zur südafrikanischen Gattung *Pelargonium* gehören. Sie sollten also nicht mit der Gattung *Geranium* (Storchschnabel) derselben Familie verwechselt werden. Einige *Geranium*-Arten werden als Steingarten- und Rabattenpflanzen gezogen.

Fast alle Balkongeranien sind Hybriden. Für Wildbienen und die meisten heimischen Insekten sind sie völlig bedeutungslos. Lediglich das Taubenschwänzchen (*Macroglossum stellatarum*), ein tagaktiver Schwärmer, fliegt die Blüten, ähnlich wie ein Kolibri, zum Nektarsaugen an.

Für ausgesprochen polylektische Wildbienen kommen lediglich die Storchschnabel- (*Geranium*-) Arten als Nahrungsquelle in Betracht. Häufig sind z.B. der Wald-Storchschnabel (*Geranium sylvaticum*), der Pyrenäen-Storchschnabel (*Geranium pyrenaicum*), der Wiesen-Storchschnabel (*Geranium pratense*), das Ruprechtskraut (*Geranium robertianum*) und der Blut-Storchschnabel (*Geranium sanguineum*). Alle *Geranium*-Arten bieten in ihren rötlich, lila, purpurn bis violett gefärbten Blüten Nektar, der von den verschiedensten Wildbienenarten zur Eigenversorgung genutzt wird. Auch auf *Campanula* (Glockenblumen) spezialisierte Arten sind unter den (nur nektarsaugenden) Besuchern regelmäßig zu beobachten, vor allem dann, wenn deren spezifischen Nahrungspflanzen noch nicht aufgeblüht sind. Der je nach Art blaue oder gelbliche Pollen wird von verschiedenen polylektischen Bie-

nenarten vereinzelt gesammelt, meist dann, wenn wenig alternative Pollenquellen zur Verfügung stehen.

5.8.28 Hippocastanaceae, Roßkastaniengewächse

Die Roßkastaniengewächse enthalten neben der in Südmexiko und im tropischen Südamerika beheimateten Gattung *Billia* nur noch die Gattung *Aesculus*. Diese ist in der nördlich-gemäßigten Zone mit rund 16 laubabwerfenden Baumarten weit verbreitet. Die oft als Alleebaum in verschiedenen Formen angepflanzte Roßkastanie (*Aesculus hippocastanum*) ist die einzige Art, die in Europa heimisch ist, während die anderen Arten meist in Nordamerika vorkommen. Nach Mitteleuropa kam sie erst 1576 durch Clusius, der aus Konstantinopel bezogene Samen in Wien pflanzte, von wo aus sie sich rasch ausbreitete. In Mitteleuropa werden außer der weißlich blühenden Roßkastanie noch die rotblühende Art *Aesculus pavia* aus Nordamerika angepflanzt und *Aesculus* × *carnea*, der rötlich blühende Bastard zwischen beiden. Die blütenökologischen Verhältnisse sind hier weitgehend mit denen von *Aesculus hippocastanum* identisch.

Während der Blütezeit im Mai fällt der Baum durch seine kerzenartigen, bis 20 cm langen Blütenstände auf, die sich aus 100 bis 300 Einzelblüten zusammensetzen. Von den 4–5, je nach Art weißen oder roten Kronblättern der Blüte besitzen die beiden oberen einen anfangs gelben, später über orange zu karminrot übergehenden Fleck, das sogenannte Saftmal. An den übrigen Kronblättern ist dieser Fleck kleiner oder er fehlt ganz. Das Saftmal hat einen eigenen Duft, der die übrigen Blütenteile in ihrem Duft übertrifft und daher auch »Duftmal« heißt. Beim Übergang der Saftmalfarbe von gelb zu rot ändert sich die Duftqualität und gleichzeitig mit ihr läßt die Nektarsekretion nach. Blüten mit gelbem Fleck sondern mehr Nektar ab als ältere Blüten mit rotem Saftmal. Nektarsuchende Honigbienen und Hummeln können diesen Wechsel von Duft und Nektarabsonderung lernen und bevorzugen deshalb – auch nach Ausschaltung des Duftes – Blüten mit gelbem Saftmal (KUGLER 1936). Die Roßkastanienblüten sondern große Mengen eines sehr saccharosereichen, hochkonzentrierten Nektars ab. Der zinnoberrote Pollen wird von Honigbienen und auch von Hummeln gesammelt, während für andere Wildbienen meist nur Nektarbesuche bekannt sind. Die Beobachtung blütenbesuchender Bienen wird durch die Höhe der Bäume (bis zu 30 m) sehr erschwert. Da die Roßkastanie vorwiegend

im Siedlungsbereich wächst, kommen ohnehin nur eine beschränkte Zahl polylektischer Wildbienenarten (z.B. die Mauerbiene *Osmia rufa*) als Pollensammler in Frage. Wenn dieser Baum auch von den ausgesprochen polylektischen Hummeln als Nahrungsquelle genutzt wird, so sind doch gleichzeitig blühende Kräuter für Wildbienen viel attraktiver.

5.8.29 Hydrophyllaceae, Wasserblattgewächse

Die Wasserblattgewächse sind eine kleine, aber mit Ausnahme von Europa fast weltweit verbreitete Familie von Kräutern und Sträuchern, deren Familienbezeichnung von der »wässrigen« Erscheinung der Blätter einiger Arten herrührt. In Europa werden sie nur als Gartenpflanzen (*Nemophila*) sowie zur Gründüngung und als Honigbienenweide (*Phacelia*) angepflanzt. In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurde das Büschelschön (*Phacelia tanacetifolia*) aus Kalifornien eingeführt. Es wird als Deckfrucht vor und nach der Aussaat von Klee verwendet oder als Stoppelsaat. Imker säen *Phacelia* wegen der reichen Nektarabsonderung auch als Bienenweide von März bis Anfang Juni; die Blüte beginnt zwei Monate nach der Aussaat. Der dunkelblaue Pollen wird über den ganzen Tag verteilt angeboten und von Honigbienen gesammelt. An Wildbienen konnte ich bisher nur die Hummel *Bombus hypnorum* und die Keulhornbiene *Ceratina cyanea* beim Pollensammeln an den weit aus der Blütenkrone herausragenden Staubblättern beobachten.

5.8.30 Hypericaceae, Johanniskrautgewächse

Die Johanniskrautgewächse sind zumeist Bäume oder Sträucher, seltener Kräuter, die vorwiegend in den Tropen verbreitet sind. Lediglich mit der artenreichen Gattung *Hypericum* (Johanniskraut) reichen sie auch bis in die gemäßigten Zonen einschließlich Mitteleuropa. Einige Arten dieser Gattung werden wegen ihrer großen, gelben Blüten zunehmend aus anderen Erdteilen nach Europa eingeführt und in Gärten und Anlagen als Bodendecker gezogen (u.a. *Hypericum calycinum*).

Unter den 12 mitteleuropäischen Arten hat das Tüpfel-Harthheu (*Hypericum perforatum*), auch Echtes Johanniskraut genannt, die höchste Bedeutung unter den Vertretern dieser Pflanzenfamilie. Wie andere Arten der Gattung besitzt auch das Tüpfel-Harthheu ölhaltige Sekretbehälter in den

Laubblättern, die das Blatt im durchscheinenden Licht hell punktiert, »getüpfelt«, erscheinen lassen. Außer diesen durchscheinenden Öldrüsen sind auf den Laub- und Kronblättern und in den Stengeln dunkle Punkte zu erkennen, die ein dunkles Harz enthalten. Hartheu enthält photosensibilisierende Substanzen, weswegen Pferde, die größere Mengen davon fressen, »Sonnenbrand« bekommen. Als ausdauernde Art besiedelt das Tüpfel-Hartheu die unterschiedlichsten Standorte wie Gebüschsäume, Wegränder und Böschungen, Ginsterheiden, Waldlichtungen, Flußkies und Brachäcker. Blütenbiologisch sind die Johanniskräuter durch ihre großen, lebhaft gelb gefärbten Kron- und Staubblätter und den Reichtum an Pollen ausgezeichnet. Die Blüten werden allgemein als nektarlose Pollenblumen betrachtet. Einzelne Arten sollen Nektarien besitzen und geringe Mengen Nektar absondern. Während der Blütezeit des Echten Johanniskrauts von Juni bis August sind die verschiedensten Wildbienen-Arten als Pollensammler zu beobachten. Die Pollen-darbietung fällt in die Morgenstunden (6–12 Uhr).

5.8.31 Iridaceae, Schwertliliengewächse

Die Schwertliliengewächse sind eine Familie von weltweit verbreiteten Stauden. Zu ihnen gehören gärtnerisch wichtige Zierpflanzen wie Krokus (*Crocus*), Freesien (*Freesia*), Gladiolen (*Gladiolus*) und Schwertlilien (*Iris*). Aus den dunkelorange-roten Griffelästen des im Herbst blühenden Echten Safran (*Crocus sativus*) gewinnt man »Safran«, der früher vielfach als Farbstoff und Gewürz Verwendung fand, heute aber nur noch in Spanien, Griechenland und Vorderasien angebaut wird.

Auf den Bergwiesen und -weiden der Alpen, der Voralpen, vereinzelt auch auf der Schwäbischen Alb und im Südschwarzwald blüht bald nach der Schneeschmelze der Weiße Safran (*Crocus albiflorus*) mitunter zu Tausenden. Nah verwandt mit ihm sind die in den Vorgärten der Siedlungen reichlich angepflanzten, formenreichen Krokus-Arten, die durchweg Frühblüher sind. Ihre Blüten sondern reichlich Nektar ab, der von langrüssligen Insekten leicht, von Honigbienen und kurzrüssligen Wildbienen nur mit Mühe erreicht werden kann. Als Nektarquelle für Wildbienen kommt somit der Krokus kaum in Betracht. Als ausgiebiger Frühpollenspende-er ist er für die Honigbiene wichtig. Da die meisten polylektischen Wildbienen zur Blütezeit noch kaum mit dem Nestbau begonnen haben, wird der Pollen von ihnen nur vereinzelt gesammelt.

Schwertlilien (*Iris*) tragen in manchen Gebieten

zur Honigernte und zur Pollenversorgung der Honigbienen-völker bei. Wildbienen, vor allem Hummeln, werden in ihren Blüten meistens nur nektarsaugend beobachtet. Allerdings lag mir ein Weibchen der Pelzbiene *Anthophora retusa* vor, dessen reiche Pollenladung ausschließlich aus dem Pollen von *Iris halophila* bestand.

5.8.32 Lamiaceae (Labiatae), Lippenblütler

Die Lippenblütler sind eine artenreiche, weltweit verbreitete Familie von Kräutern und Halbsträuchern, die im Mittelmeerraum einen Höhepunkt ihrer Entfaltung erreichen. Viele Arten werden gewerbsmäßig angebaut. Dabei handelt es sich meist um aromatische, als Küchenkräuter bekannte Arten des Mittelmeerraumes wie Salbei (*Salvia*), Minze (*Mentha*) und Thymian (*Thymus*) oder solche, die wegen ihrer ätherischen Öle zur Parfümherstellung kultiviert werden wie Lavendel (*Lavandula*). Auch viele Zierpflanzen sind Lippenblütler wie Indianernessel (*Monarda*), Katzenminze (*Nepeta*), Ziest (*Stachys*) oder Günsel (*Ajuga*).

Bei den Lippenblütlern sind die Form der Blütenkronen und die Stellung der Staubblätter sehr vielfältig. Bei den heimischen Arten lassen sich grob zwei Bautypen von Blüten unterscheiden: beim ersten Typ haben die Blüten nur eine kurze Kelch- und Kronröhre (*Mentha*, *Thymus*, *Origanum*) und die Staubblätter ragen weit vor und spreizen schon von Grund an. Die Oberlippe kann auch fehlen (z. B. bei *Teucrium*). Der Nektar ist auch kleineren Hautflüglern zugänglich. Der zweite ist der eigentliche Lippenblütentyp. Die Krone besteht hier aus einer oft helmförmigen Oberlippe, die gleichzeitig ein Schutzdach für die Staubblätter ist und einer Unterlippe, die blütenbesuchenden Bienen als geeigneter Landeplatz dient.

Der Nektar ist meist nur Bienen und Schmetterlingen zugänglich. Der Pollen wird auf dem Kopf, dem Rücken oder der Oberseite des Hinterleibs der Besucher abgeladen (sogenannte »nototribe« Einstäubung). Die Labiaten dieses zweiten Typs gehören mit vielen Orchideen und Schmetterlingsblütlern zu den am vollkommensten an Insektenbestäubung angepaßten Pflanzen. Vormännlichkeit ist daher auch die Regel.

Einige Gattungen zeigen einen eigenartigen Bestäubungsmechanismus, den sogenannten »Schlagbaummechanismus«, der bei einigen Arten der Gattung *Salvia* (Salbei) besonders deutlich ausgebildet ist. Blütenbau und Bestäubung wurden bereits 1793

von C. SPRENGEL beschrieben. Die zweilippige Krone einer typischen Salbeiblüte ragt weit aus dem Kelch hervor. Die helmartige Oberlippe umschließt zwei Staubblatt-Teile und den Griffel, die Unterlippe ist flach ausgebreitet und dient den anfliegenden Bienen als Landeplatz. Die Staubfäden (Filamente) sind kurz und tragen zwei ungleich lange Stücke des Mittelbandes (Konnektiv). Der lange Oberschenkel des Mittelbandes trägt die fruchtbare Staubblatthälfte (Theka) und liegt im Helm der Krone verborgen. Der kürzere Unterschenkel ist samt der verkümmerten Staubblatthälfte zu einem »Löffel« umgewandelt. Die beiden Löffel sind in der Mitte leicht verwachsen und versperren als »Stoßplatte« den Kronröhreneingang. Der normale Bestäubungsvorgang ist nun der, daß die zum Nektar vordringende Biene die gelenkig beweglichen Staubblattlöffel nach innen schiebt und dadurch den Hebelmechanismus in Bewegung setzt. Die Staubbeutel werden nun auf den Rücken des Besuchers herabgedrückt und entleeren hier ihren Pollen. Der anfangs nur kurz vorragende Griffel streckt sich später, so daß die in der Regel erst nach den Staubbeuteln reifenden Narbenäste in die gleiche Lage kommen, in die bei der Einstäubung der Biene die Staubbeutel gebracht wurden. Durch diese Vormännlichkeit (Proterandrie) und den komplizierten Hebelmechanismus wird Fremdbestäubung gesichert, wenn die Bienen nacheinander Blüten im männlichen und weiblichen Stadium besuchen.

Unter den zahlreichen Besuchern vermögen bei *Salvia pratensis* in erster Linie verschiedene Mauerbienen (*Osmia*), Mörtelbienen (*Megachile parietina*), Hummeln und Honigbienen, bei *Salvia glutinosa* vor allem Hummeln, bei *Salvia sclarea* vor allem Holzbienen (*Xylocopa*) (KUGLER 1972) den Schlagbaummechanismus in Bewegung zu setzen. Nektarraub und Pollendiebstahl wird regelmäßig v.a. an *Salvia glutinosa* und *Salvia sclarea* beobachtet (vgl. SCHREMMER 1941, 1953). Bei anderen *Salvia*-Arten ist der Mechanismus nicht so perfekt. Hier entwickelt auch die untere Staubblatthälfte noch Pollen (z. B. *Salvia officinalis*). Bei einer dritten Gruppe geht die Rückbildung so weit, daß von der unteren Theka nur mehr ein Stift übrigbleibt (z. B. *Salvia verticillata* und die von Vögeln bestäubten, röhrenförmigen *Salvia coccinea* und *Salvia splendens*).

Der Nektar wird bei der Mehrzahl der Lippenblütler in großer Menge abgesondert. Bei den mehr aufrecht stehenden Blüten füllt er, oft mehrere Millimeter hoch, den ganzen Blütengrund. Bei den mehr oder weniger waagrecht stehenden Blüten bedeckt er den Boden der Kronröhre meist in Form eines



Die Schlürfbiene *Rophites algirus* beim Pollensammeln am Aufrechten Ziest (*Stachys recta*). Die Pollenernte erfolgt mit den Stirnhaaren des Kopfes. Anschließend wird der Pollen in die Transporteinrichtungen der Hinterbeine umgelagert.

oder mehrerer Tropfen. Gegen das Eindringen von Nässe ist der Nektar durch Haare, die die Kronröhre auskleiden, geschützt. Der Nektar lockt ungemün viele Besucher an, unter denen Wildbienen mehrerer Gattungen reichlich vertreten sind.

Die verschiedenen Lippenblütler blühen vom Frühjahr bis zum Herbst und treten in den unterschiedlichsten Lebensräumen auf. Von vielen Bienenarten werden sie auch als Pollenquellen genutzt. Lippenblütler mit durchweg kleinen Blüten sind die bevorzugten Pollenquellen oligolektischer Wildbienen. Allgemein auf Lippenblütler spezialisiert ist die Pelzbiene *Anthophora furcata*. Die Schlürfbiene *Rophites algirus* bevorzugt den Aufrechten Ziest (*Stachys recta*), der nahverwandte *Rophites quinquespinosus* die Schwarznessel (*Ballota nigra*), die Mauerbiene *Osmia andrenoides* bestimmte Gamander (*Teucrium*-), Günsel- (*Ajuga*-) und Ziest- (*Stachys*-) Arten.

Unter den zahlreichen einheimischen Lippenblütlern haben vor allem die nachfolgend aufgeführten Arten für Wildbienen eine besondere Bedeutung.

Der Wiesen-Salbei (*Salvia pratensis*) findet sich häufig in Kalkmagerrasen, in warmen Fettwiesen

sowie an Wegen und Böschungen auf vorwiegend kalkreicher Unterlage. In Trockenwiesen kann er durch massenhaftes Auftreten den Frühsommeraspekt als »blaue Welle« beherrschen. Der Klebrige Salbei (*Salvia glutinosa*) wächst herdenweise in Bergwäldern, auf Waldschlägen und in Hochstaudenfluren. Die großen Blüten zeigen den vollkommensten Schlagbaummechanismus. Zur normalen Ausbeutung des reichlich abgesonderten Nektars kommen nur langrüsslige Bienen, insbesondere Hummeln. Die lange Kronröhre wird aber auch oft zum Nektarraub von Hummeln angebissen oder von Blattschneiderbienen zerschlitzt. Der Garten-Salbei (*Salvia officinalis*), der in Südeuropa an trocken-heißen Kalkhängen vorkommt, wird wie der Muskateller-Salbei (*Salvia sclarea*) bei uns schon seit dem frühen Mittelalter in Gärten als Heil- und Gewürzpflanze gezogen.



Eine Honigbiene (*Apis mellifera*) hat den Schlagbaum-Mechanismus des Wiesen-Salbeis (*Salvia pratensis*) ausgelöst.

Der Feld-Thymian (*Thymus pulegioides*) wächst häufig in Magerrasen und -weiden, an Böschungen und in Kiesgruben, auch auf Ameisenhaufen (u. a. der Wegameisen *Lasius niger* und *Lasius flavus*). Die hellpurpurnen, stark duftenden Blüten sind zu kopfartigen Blütenständen vereinigt. Sie stehen oft so dicht, daß sie große, violette Polster bilden. Die Blüteneinrichtung ist ähnlich der des Gewöhnlichen Dost (*Origanum vulgare*) und lockt zahlreiche, überwiegend nektarsaugende Besucher der verschiedensten Wildbienen-Gattungen an. Der nahverwandte, in Sandrasen und auf Dünen wachsende Sand-Thymian (*Thymus serpyllum*) ist auf den nordbadischen Binnendünen die Hauptpollenquelle der Steppenbiene *Nomioides minutissimus*.

Bei dem auf trockenen Hängen vorkommenden Gewöhnlichen Dost (*Origanum vulgare*) stehen die schmutzig-purpurnen Blüten in gedrängten und daher recht auffälligen, sogenannten Halbquirlen. Der in einer weiten und recht kurzen Kronröhre dargebotene Nektar ist auch kurzrüssligen Insekten zugänglich, so daß das nektarsaugende Besucherspektrum groß ist. Auch Wildbienen sind darunter häufig vertreten. Nur vereinzelt dient der Dost kleineren Bienenarten als Pollenquelle.

Die fast weltweit verbreiteten Ziest- (*Stachys*-) Arten sind ein- bis mehrjährige Kräuter und ausgezeichnete Futterpflanzen für Wildbienen. Die Ziest-Blüten bilden oft lockere bis dichte Scheinähren aus arm- bis reichblütigen Scheinquirlen. In Mitteleuropa dienen die Blütenstände fast aller Arten den Männchen der Wollbiene *Anthidium manicatum* als bevorzugtes Territorium. Die höchste Bedeutung in dieser Gattung dürfte im mitteleuropäischen Raum der Aufrechte Ziest (*Stachys recta*) besitzen. Er wächst bei uns vorzugsweise auf Kalk und kommt an trockenen, warmen Hängen, in Magerrasen und im Saum von Gebüsch vor, also an meist wildbienenreichen Standorten. In der hellgelben Krone krümmen sich die Staubblätter stark auswärts. Der weißliche Pollen wird mittelgroßen Bienen auf dem Kopf abgeladen. *S. recta* ist die Hauptpollenquelle der Schlüßbiene *Rophites algeris*.

Der Sumpf-Ziest (*Stachys palustris*) wächst an eher kalkarmen und nassen bis wechsellassen Orten, z. B. an Ufern und Gräben oder in Naßwiesen. Die Blüteneinrichtung stimmt mit der der folgenden Art überein. Der Nektar ist wegen der Kürze der Kronröhre auch kurzrüssligen Bienen zugänglich.

Der Wald-Ziest (*Stachys sylvatica*) besiedelt feuchten Boden und eher schattige Stellen, wie Wälder, Waldschläge und Waldränder. Der ausdauernde, oft gesellig auftretende Nährstoff- und Feuchtezeiger hat aufgrund seines Standortes ein geringeres Besucherspektrum seiner lebhaft braunroten Blüten als manch andere Ziest-Art. Dafür ist er während seiner Blütezeit von Juni bis September die Hauptpollenquelle der Pelzbiene *Anthophora furcata*.

Der Deutsche Ziest (*Stachys germanica*), eine zwei-, selten drei- oder mehrjährige, mediterran-pontische Art scheint in früherer Zeit nicht nur als Zier-, sondern auch als Heilpflanze angebaut worden zu sein und ist seit dem 16. Jahrhundert eingebürgert. Dieser Ziest wächst vorwiegend auf warmen Kalkböden und tritt meist unbeständig an felsigen Hängen, auf Schafweiden, an Wegrändern, in Steinbrüchen oder an Schuttplätzen auf.



Ein Weibchen der Mörtelbiene *Megachile ericetorum* beim Nektarsaugen in der Blüte des Muskateller-Salbeis (*Salvia sclarea*).

Der ausdauernde Woll-Ziest (*Stachys byzantina* = *S. lanata*) wird vielfach in Steingärten angepflanzt. Er ist mit dem Deutschen Ziest nah verwandt und im Siedlungsbereich die von der Wollbiene *Anthidium manicatum* am häufigsten besuchte Pflanze. Die Männchen kann man an seinen Blütenständen regelmäßig bei ihrem Territorialverhalten beobachten. Die Weibchen dieser Bienenart schaben von den stark behaarten Blättern die Blattwolle ab und verwenden sie zum Nestbau.

Der Heil-Ziest (*Stachys officinalis*) besiedelt merkwürdigerweise sowohl trockene Standorte, z.B. Bergwiesen und Heiden, als auch nasse, z.B. Streuwiesen, zeigt magere Verhältnisse an und wächst sowohl auf kalkreicher wie auf kalkarmer Unterlage. Schon im Altertum erfreute sich diese ausdauernde Pflanze als Allheilmittel großer Beliebtheit. Ihre Blütezeit fällt in die Monate Juli und August.

Der als Zierstaude verbreitete, aus den Kaukasusländern stammende Großblütige Ziest (*Stachys grandiflora*) mit seinen sehr großen, 2,5 bis 4 cm langen, karminroten oder weißen Blüten blüht schon im Juni und wird fast nur von Hummeln besucht. Gegenüber den anderen Ziest-Arten tritt er in seiner Bedeutung für Wildbienen weit zurück.

Von den Gamander- (*Teucrium*-) Arten sind insbesondere die zwei nachfolgenden für Wildbienen sehr bedeutsam, u.a. weil sie zu den Hauptpollenquellen der oligolektischen Mauerbiene *Osmia andrenoides* gehören. Da die Oberlippe der Gamanderblüte rückgebildet ist, ragen Staubblätter und Griffel frei empor. Der Edel-Gamander (*Teucrium chamaedrys*), ein Halbstrauch, wächst auf trockenen Hängen, in Magerrasen, auf Felsschutt, an Mauern und in lichten Wäldern. Der Berg-Gamander (*Teucrium montanum*) ist strenger an Kalk gebunden als die vorige Art und besiedelt felsige Hänge, Abwitterungshalden, ruhenden Kalkschutt und Magerrasen. Er kann über 30 Jahre alt werden. Der Pollen dieser beiden Arten ist rosarot.

Die Günsel- (*Ajuga*-) Arten werden als Nektar- und Pollenquelle von kleinen wie großen Wildbienen genutzt. Häufigste Art ist der Kriechende Günsel (*Ajuga reptans*), der vor allem in Wiesen als Nährstoff- und Frischezeiger oft herdenweise auftritt. Eine größere Liebe für Trockenheit hat der Genfer Günsel (*Ajuga genevensis*), der im Jura eine beliebte Pollenquelle der Mauerbiene *Osmia andrenoides* ist.

Die Schwarznessel (*Ballota nigra*) ist in wärmeren Gegenden eine typische »Dorfpflanze«, die besonders gern an nährstoffreichen, feuchten Stellen

wächst, z.B. an Hecken, Zäunen, Mauern und Schuttplätzen. Seltener tritt diese als Kulturrelikt zu betrachtende Pflanze auch weiter von Siedlungen entfernt auf. Ihre rötlich-lila gefärbten, kleinen, nektarreichen Blüten erscheinen in der Regel im Juli, also etwas später als die des Aufrechten Ziest (*Stachys recta*) und sind die Hauptpollenquelle der Schlüßbiene *Rophites quinquespinosus*. Bis in den September dienen vorwiegend die Blütenstände der Schwarznessel neben denen von Ziest-Arten den Männchen der Wollbiene *Anthidium manicatum* als Territorium. Im allgemeinen ist ein sehr reicher Besuch von Wildbienen zu beobachten, die meist Nektar saugen, gelegentlich aber auch Pollen sammeln.

Das Herzgespann (*Leonurus cardiaca*) wurde früher als ausdauernde Heilpflanze gegen Magen drücken und Herzklopfen in Bauerngärten kultiviert, ist jedoch fast überall in Vergessenheit geraten und hat sich hie und da als Kulturrelikt auf Schutt, an Dorfwegen, Zäunen und Hecken erhalten, ähnlich wie die Andorn- (*Marrubium*-) Arten, die Gewöhnliche Katzenminze (*Nepeta cataria*) und die Schwarznessel (*Ballota nigra*), in deren Gesellschaft es oft auftritt. Die nektarreichen Blüten werden von Juli bis September überaus zahlreich von Hummeln besucht.

Der Gemeine Andorn (*Marrubium vulgare*) ist in den meisten Gegenden eine an die Siedlungen und ihre nächste Umgebung gebundene, stickstoffliebende »Dorfpflanze«. Der durch einen Haarring in der Kronröhre geschützte Nektar wird von kleinen wie großen Wildbienen genutzt. Die Gewöhnliche Katzenminze (*Nepeta cataria*) tritt zusammen mit ihr auf, blüht etwa zur gleichen Zeit (Hochsommer) und hat in etwa das gleiche Besucherspektrum. Die als Rabattenstaude gezogene Katzenminze *Nepeta × fassenii* ist ebenfalls eine beliebte Nektar- und vor allem eine vielbesuchte Pollenquelle der Pelzbienen *Anthophora acervorum* und *A. quadrimaculata*.

Die Blüteneinrichtung der Taubnessel- (*Lamium*-) Arten ist bei allen Arten bis auf die unterschiedliche Länge der Kronröhre recht einheitlich. Der reichlich abgesonderte Nektar ist am Grund der langen, vorne bauchig erweiterten Kronröhre verborgen und bei großblütigen Arten nur langrüssligen Besuchern wie Hummeln zugänglich, aber auch Pelzbienen, besonders *Anthophora acervorum*, gehören zu den häufigen Besuchern, die auch regelmäßige Pollen sammeln. Kurzrüsslige Hummeln begehen oft Nektarraub. Die beiden häufigsten *Lamium*-Arten sind die Weiße Taubnessel (*Lamium album*) und die Gefleckte Taubnessel (*Lamium maculatum*). Beide sind mehrjährige Kriechpioniere und zeigen nährstoffreiche Verhältnisse an. Sie wachsen

daher an ähnlichen Standorten, z.B. an Wegen, Zäunen, Mauern, Gräben, Hecken oder Schuttplätzen. Beide haben eine sehr lange Blütezeit, die von April/Mai bis August reicht, vereinzelt sogar bis in den Winter. Der Pollen von *Lamium album* ist hellgelb, der von *Lamium maculatum* auffallend blutrot.

Die Gundelrebe (*Glechoma hederacea*) zeigt nährstoffreiche Verhältnisse an und gedeiht auch noch im Halbschatten. Sie ist häufig unter Bäumen und Sträuchern, in Hecken, Wiesen und an Mauern zu finden. Ihre Blütezeit reicht von April bis Juni.

Die in Kräutergärten als Gewürz- und Heilpflanzen mehr oder weniger oft kultivierten Labiaten wie Pfefferminze (*Mentha*), Dost (*Origanum*), Berg-Bohnenkraut (*Satureja montana*), Majoran (*Majorana hortensis*), Ysop (*Hyssopus officinalis*) und Lavendel (*Lavandula angustifolia*) erhalten wegen ihres Nektars reichlichen Bienenbesuch.

5.8.33 Liliaceae, Liliengewächse

Die Liliengewächse gehören zu den 10 größten Blütenpflanzenfamilien. Sie sind weltweit verbreitet und gärtnerisch sehr wichtig, umfassen sie doch so beliebte Zierpflanzen wie Tulpen, Lilien, Hyazinthen, Milchstern, Blaustern und Kaiserkrone. Der menschlichen Ernährung dienen einige Arten der Gattung *Allium*: Zwiebel (*Allium cepa*), Porree (*Allium porrum*), Knoblauch (*Allium sativum*) und Schnittlauch (*Allium schoenoprasum*). Der Spargel (*Asparagus officinalis*) wird wegen seiner zarten, jungen Triebe angebaut.

Für Wildbienen haben die Gattungen *Allium* und *Asparagus* die höchste Bedeutung, insbesondere für oligolektische Arten. Der *Allium*-Blütenstand ist eine flache bis kugelige Scheindolde. Statt der Blüten treten zuweilen Brutzwiebeln auf. Die Blüten sind verhältnismäßig klein und mehr oder weniger lang gestielt. Die Kronblätter stehen ab oder neigen sich zu einer Glocke zusammen. Der Mehrzahl der Arten ist proterandrisch. Der Nektar sammelt sich am Grunde der Blüte. Der Lauchgeruch ist auf das in allen Teilen vorhandene Knoblauchöl zurückzuführen.

Lauch-Arten, die im Hochsommer blühen, sind die ausschließlichen Pollenquellen der Maskenbiene *Hylaeus punctulatus*. Auf Felshängen ist es vor allem der Kugel-Lauch (*Allium sphaerocephalon*), der auch als Zierlauch in Steingärten Verwendung findet. Ebenfalls Zierpflanze ist der Riesen-Lauch (*Allium giganteum*), der etwas früher blüht und gerade noch in die Flugzeit des Lauch-Spezialisten reicht. Sehr bedeutsame Lauch-Arten für diese

Maskenbiene sind die Küchenzwiebel (*Allium cepa*) und der Küchen-Lauch (*Allium porrum*), die im Siedlungsbereich die hauptsächlichen Pollenquellen darstellen. Auch von polylektischen Wildbienen werden die Laucharten des Hochsommers gerne befliegen, sowohl des Nektars als auch des Pollens wegen. Meist sind es verschiedene Maskenbienen (*Hylaeus*), Sandbienen (*Andrena*) und Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*).

Der nur in Sandgebieten vorkommende Spargel (*Asparagus officinalis*) ist in Mitteleuropa die einzige Pollenquelle der Sandbiene *Andrena chrysopus*, die auf *Asparagus* spezialisiert ist. Aber auch andere Wildbienen neben Honigbienen und Hummeln besuchen die kleinen, glöckchenförmigen Spargelblüten zum Nektar- und Pollenerwerb.

Der Dolden-Milchstern (*Ornithogalum umbellatum*), der in Weinbergen oder Parkrasen, in Baumgärten und in Gebüschblüten blüht, wird häufig als Nektarquelle, vereinzelt auch als Pollenquelle besucht.

Im Siedlungsbereich wird häufig die Nickende Sternhyazinthe (*Scilla siberica*) als Zierpflanze in Parkrasen, unter Sträuchern oder in Rabatten angepflanzt. Sie blüht bereits im April und wird ausgiebig von der Mauerbiene *Osmia cornuta* besucht. Neben der Sal-Weide ist diese *Scilla*-Art mit blauem Pollen eine der ersten Pollenquellen dieser bereits im zeitigen Frühjahr fliegenden Mauerbiene.

Traubenhyazinthen (*Muscari*) sind im Siedlungsbereich beliebte Frühjahrs-Nektarquellen vor allem der Mauerbiene *Osmia rufa*.

5.8.34 Linaceae, Leingewächse

Die Leingewächse sind eine kleine, in den gemäßigten, subtropischen und tropischen Gebieten aller Erdteile verbreitete Familie von vorwiegend Kräutern und Sträuchern. Ihr wirtschaftlich wichtigster Vertreter ist der einjährige Flachs oder Saatlein (*Linum usitatissimum*). Als eine der ältesten Kulturpflanzen wurde er wegen seiner Stengelfasern und Samen auch hierzulande früher feldmäßig angebaut und gewinnt jüngst wieder vermehrt das Interesse der Landwirtschaft. Die Fasern sind sehr dauerhaft und reißfest und werden zu Leinen und feinem Schreib- und Zigarettenpapier verarbeitet. Die ölhaltigen Samen dienen der Ölgewinnung oder pharmazeutischen Zwecken, die Preßrückstände (Leinkuchen) ergeben ein nahrhaftes Viehfutter. Von der artenreichsten Gattung *Linum* gibt es neben dem Saatlein auch einige in Mitteleuropa heimische Arten sowie eine Anzahl einjähriger und ausdauernden

der Zierpflanzen (*Linum grandiflorum*, *L. flavum*, *L. narbonense*, *L. perenne*).

Der Gelbe Lein (*Linum flavum*) ist als ausdauernde Pflanze außer in Mitteleuropa (Österreich, Tschechoslowakei) v.a. in Ost- und in Südosteuropa verbreitet. In Deutschland kommt er nur in Baden-Württemberg (Donauseite der Schwäbischen Alb) und in Bayern auf Kalkmagerrasen vor. Der Zarte Lein (*Linum tenuifolium*) wächst als ausdauernde Pflanze auf Kalkmagerrasen und Felschutt. Der Stauden-Lein (*Linum perenne*) kommt in Süddeutschland auch wild vor, wird aber oft in Steingärten als Zierpflanze gezogen. Auf *Linum*-Arten spezialisiert ist die oligolektische Mauerbiene *Osmia mocsaryi*, die in den der Bundesrepublik Deutschland benachbarten Ländern Österreich, Tschechoslowakei und Polen nachgewiesen ist. Ihre Hauptpollenquelle ist dort der Gelbe Lein (*Linum flavum*). Während *Linum*-Arten für diese Mauerbiene unverzichtbar sind, werden sie sonst nur ganz vereinzelt von Wildbienen zum Pollensammeln befliegen. Dabei handelt es sich meist um Furchenbienen (*Lasioglossum*).

5.8.35 Lythraceae, Weiderichgewächse

Die Weiderichgewächse sind eine kleine Familie von hauptsächlich in den Tropen, aber auch in den gemäßigten Zonen verbreiteten Kräutern, Sträuchern und Bäumen. Zu ihnen gehören neben einigen Zierpflanzen auch wichtige Farbstofflieferanten, von denen der Hennastrauch (*Lawsonia inermis*) der bekannteste ist.

In Mitteleuropa ist die Familie nur mit 2 Gattungen (*Peplis*, *Lythrum*) vertreten, von denen der Weiderich (*Lythrum*) für einige Bienenarten von hoher Bedeutung ist. Die häufigste Art ist der ausdauernde, bis 200 cm hohe, von Juni bis September blühende Blut-Weiderich (*Lythrum salicaria*), der in staudenreichen Naßwiesen, an Gräben und an Ufern wächst, aber als dekorative Staude auch gern in Gärten gepflanzt wird. Zwitterblüten, deren männliche und weibliche Organe zur gleichen Zeit heranreifen (homogame Blüten), besitzen häufig besondere Einrichtungen, mit denen eine Selbstbestäubung weitgehend verhindert, eine Fremdbestäubung dagegen gefördert wird. Dies kann oft allein schon durch eine bestimmte Anordnung von Staubbeuteln und Narbe(n) innerhalb der Blüte erreicht werden. Finden sich in den Blüten verschiedener Pflanzenindividuen einer Art unterschiedlich lange Griffel bei gleichzeitig unterschiedlich hoher Stellung der Staubbeutel, spricht man von Verschie-

dengrifflichkeit (Heterostylie). Der Blut-Weiderich besitzt solche verschieden gestaltete Blüten. Er ist ein klassisches Beispiel für die sogenannte Tristylie, d.h. für die Ausbildung von dreierlei Blütentypen mit drei verschiedenen Staubblatt- und Griffellängen, wobei jede Blüte Staubgefäße in zwei verschiedenen Längen enthält. In den kurzgriffligen Blüten bleibt der Griffel in der Kelchröhre verborgen. Über ihm stehen mittellange und darüber lange Staubblätter. Bei der mittelgriffligen Form ist der Griffel mittellang, eine Hälfte der Staubblätter ist länger, die andere kürzer als der Griffel. Bei den langgriffligen Blüten ist der Griffel länger als alle Staubblätter, von denen die eine Hälfte mittellang, die andere kurz ist. Jede Pflanze trägt nur Blüten eines Typs. Die längsten Staubblätter besitzen den größten, blaugrün gefärbten Pollen, während die mittleren Staubblätter einen mittelgroßen, gelben Pollen besitzen und die kürzesten Staubblätter einen kleinen, ebenfalls gelben Pollen.

Neben der Honigbiene sammeln verschiedene Wildbienen am Blut-Weiderich Pollen, wobei sie meist nicht zwischen den einzelnen Pollengrößen und -farben unterscheiden. Die Pollenladungen können einfarbig (blaugrün oder gelb) bzw. zwei- oder mischfarbig (grünlich) sein. In den beiden letzten Fällen enthalten sie Pollenkörner von zwei- oder dreierlei Größe. Unter den mitteleuropäischen Bienenarten gibt es zwei oligolektische, auf *Lythrum* spezialisierte Arten: die Sägehornbiene *Melitta nigricans* und die Langhornbiene *Tetralonia salicariae*. Die Weibchen beider Arten werden meist mit mischfarbigen Pollenladungen angetroffen.

Der einjährige, unscheinbare und seltene Ysop-Weiderich (*Lythrum hyssopifolia*) und der in Deutschland fehlende, aber in Österreich vorkommende Ruten-Weiderich (*Lythrum virgatum*) sind bisher als Pollenquellen für diese Sägehornbiene nicht belegt. Zumindest der Ruten-Weiderich dürfte mit hoher Wahrscheinlichkeit als Pollenquelle in Betracht kommen. In Südeuropa gibt es noch weitere *Lythrum*-Arten als mögliche Pollenquellen. Der Nektar der Weiderich-Arten wird am Kelchgrund abgeschieden und lockt zahlreiche Wildbienen an.

5.8.36 Malvaceae, Malvengewächse

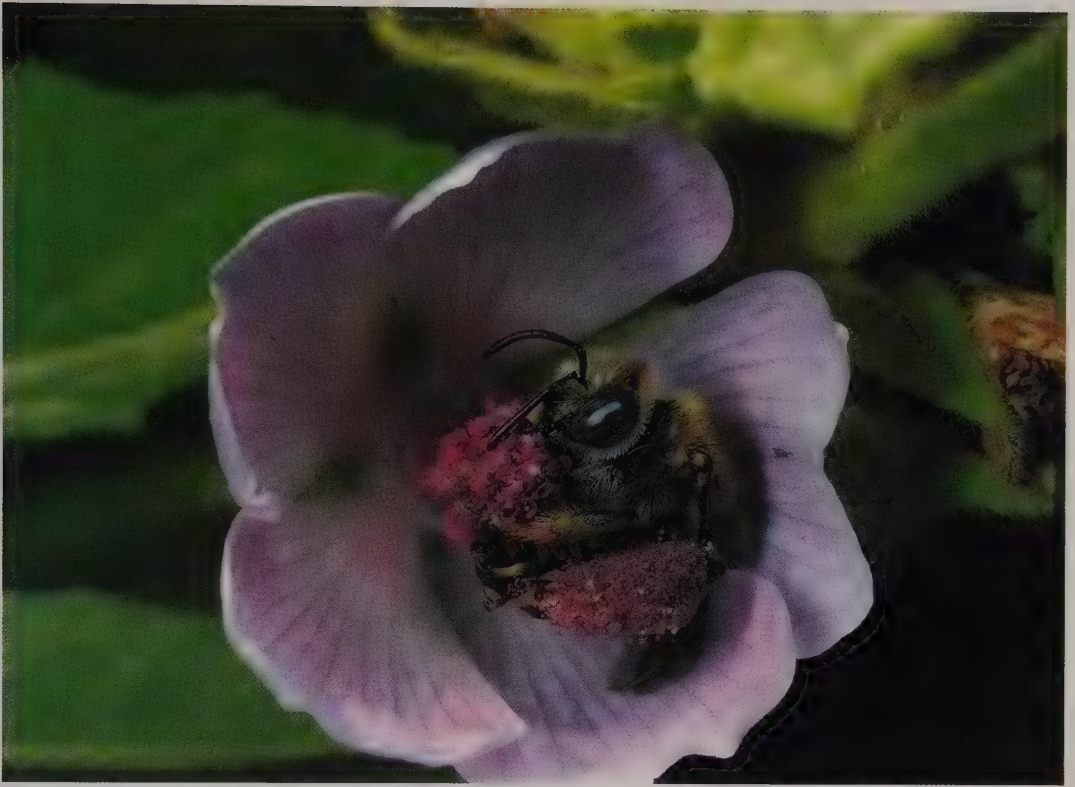
Die Malvengewächse sind eine weltweit, hauptsächlich in den Tropen verbreitete Familie von Kräutern, Sträuchern und Bäumen. Ihre bekanntesten Vertreter liefern Fasern (Baumwolle, Chinajute) und Früchte (Okra) oder sind Heil-, Garten- und Zierpflanzen.

Die in Mitteleuropa vorkommenden Malvengewächse sind in ihrer Bedeutung für Wildbienen unterschiedlich zu bewerten. Ähnlich wie im Falle der Leingewächse haben die Malvaceen für die meisten Bienenarten kaum eine Bedeutung, für einige wenige dagegen sind sie unverzichtbare Pollenquellen. Die großen, flachen oder trichterförmigen, lebhaft gefärbten Blüten der meisten heimischen Malvengewächse werden von vielen Wildbienen als Nektarquelle oder zum Schlafen aufgesucht. Hier sind vor allem die Moschus-Malve (*Malva moschata*) und die Wilde Malve (*Malva sylvestris*) zu nennen. In den Gärten drängen sich oft zahlreiche Hummelmännchen in den überaus großen Blüten der Stockrose (*Althaea rosea*) und sind meist völlig mit deren weißem Pollen bepudert. Der weiße, bisweilen violette Pollen der Malvengewächse ist sehr grobkörnig und wird nur selten und nur von wenigen Bienenarten gesammelt. Neben Honigbienen treten gelegentlich Hummeln als Pollensammler auf. Meist wird aber in den Blüten nur Nektar getrunken. Selbst stark eingestäubte Bienen werfen meist den Pollen. Allerdings gibt es in Mitteleuropa auch eine oligolektische, auf Malvengewächse spezialisierte Bienenart. Dabei handelt es sich um die Langhornbiene *Tetralonia macroglossa*, deren wichtigste Pollenquellen zu den Gattungen *Malva*, *Lavatera* und *Althaea* gehören.

Der Echte Eibisch (*Althaea officinalis*) ist eine ausdauernde Küsten- und Stromtalpflanze, die zerstreut wild oder alteingebürgert auf feuchten Wiesen, im Ufergebüsch oder in Gräben der Ebene vorkommt, besonders auf kali- oder salzhaltigen Böden. Er wird (wurde) häufiger als Heilpflanze in Bauerngärten kultiviert und tritt bisweilen verwildert auf. In Südeuropa ist der Eibisch eine bedeutende Pollenquelle der Langhornbiene *Tetralonia macroglossa*. Der Rauhe Eibisch (*Althaea hirsuta*) wächst als einjähriges Ackerwildkraut auf Äckern, Brachen und in Weinbergen, kommt aber in Deutschland nur zerstreut vor, so z.B. auf der Schwäbischen Alb und im Kaiserstuhl. Die Stockrose (*Althaea rosea*) ist eine uralte Zierpflanze der Gärten.

Die Thüringer Strauchpappel (*Lavatera thuringiaca*), eine ausdauernde Steppenpflanze, ist in Deutschland selten und v.a. im Osten verbreitet. Sie kommt wild an Waldrändern, Wegen und Rainen, in Weinbergen und an Flußufern vor, wird aber auch als Gartenstaude gehandelt. Im östlichen Mitteleuropa ist die Strauchpappel die wichtigste Pollenquelle der Langhornbiene *Tetralonia macroglossa*.

Von den *Malva*-Arten sind die folgenden für Mitteleuropa charakteristisch. Die Rosen-Malve



Die Langhornbiene *Tetralonia macroglossa* beim Sammeln des violetten Pollens vom Echten Eibisch (*Althaea officinalis*). Beachte die mächtige Pollenladung an den Hinterbeinen.

(*Malva alcea*) ist eine ausdauernde, alte Zier- und Heilpflanze und wächst zerstreut an steinigen Hängen, auf Weiden, in lichten Gebüschern, auf Bahndämmen und an Straßenrändern, mit Vorliebe auf kalkreichen Böden. Die Moschus-Malve (*Malva moschata*) ist ausdauernd und tritt zerstreut und meist einzeln in Gebüschern, an Waldrändern, auf Bahndämmen, sowie an Weg- und Straßenrändern, meist auf kalkarmen Böden auf. Die Wilde Malve (*Malva sylvestris*) begleitet als zweijährige bis ausdauernde Heilpflanze unsere Kulturlandschaft seit der jüngeren Steinzeit. Sie ist meist häufig an nährstoffreichen Ruderalstellen, an Zäunen und Mauern, an Wegrändern, in Hecken und auf Sandfeldern. Die Gänse-Malve (*Malva neglecta*) ist ein einjähriger oder ausdauernder Stickstoffzeiger (ammoniakliebend). Sie wächst meist häufig an Ruderalstellen, v.a. im Bereich dörflicher Siedlungen an Mistplätzen oder in Gärten. Die genannten *Malva*-Arten dienen im südlichen Deutschland und in anderen mittel- und südeuropäischen Gebieten als beliebte Pollenquellen der Langhornbiene *Tetralonia macroglossa*.

5.8.37 Oleaceae, Ölbaumgewächse

Die in den tropischen und gemäßigten Zonen fast der ganzen Welt verbreitete Familie von laubabwerfenden oder immergrünen Holzgewächsen enthält viele Arten von wirtschaftlichem oder gärtnerischem Wert. Die wichtigste und bekannteste Art ist der Ölbaum, der das Olivenöl liefert. Andere werden in Parkanlagen oder Gärten als Bäume oder Sträucher gepflanzt, wie die Eschen, die Forsythie, der Flieder, der Jasmin oder der Liguster.

Die Forsythien (*Forsythia viridissima*, *F. suspensa*) stammen aus China und werden als Frühblüher vereinzelt von der Honigbiene besucht. Wildbienen werden so gut wie nie an ihren leuchtend gelben Blüten angetroffen, auch wenn deren Fülle das vermuten ließe. Obwohl sie Nektar und Pollen enthalten, werden sie von Wildbienen offensichtlich als Nahrungsquelle völlig gemieden (warum?). Selbst bei einem Mangel an Pollenquellen sammeln nicht einmal ausgesprochen polylektische Arten wie die Mauerbiene *Osmia cornuta* an diesem Strauch.

Auch der aus Südosteuropa stammende Flieder

(*Syringia vulgaris*), schon seit dem 16. Jahrhundert einer der bekanntesten Gartensträucher und vielfach verwildert, dient nie als Pollenquelle, auch wenn mitunter einige Wildbienen in seinen duftenden Blüten Nektar saugen.

Der Winter-Jasmin (*Jasminum nudiflorum*), seit 1845 aus China nach Europa eingeführt, spielt schon wegen seiner Winter- und Vorfrühlingsblüte für Wildbienen keine Rolle. Lediglich zeitige Männchen der Pelzbiene *Anthophora acervorum* lassen sich von dem Nektar anlocken.

Die Gewöhnliche Esche (*Fraxinus excelsior*), ein häufiger, bis 40 m hoher, einheimischer Baum der Laubmischwälder, Ufer, steinigten Hänge und Parks, ist ein Windblütler. Eschenpollen wird von Honigbienen gesammelt. Von Wildbienen liegen mir bisher keine Pollenbesuche vor, sie sind aber auch nicht gänzlich auszuschließen.

Der Liguster (*Ligustrum vulgare*) kommt in Mitteleuropa in sonnigen Gebüsch, an Waldrändern und auf Magerweiden wild vor. Im Siedlungsbeereich wird er oft als anspruchslose Schnitthecke angepflanzt. Der Nektar der weißen, stark duftenden Blüten lockt auch Wildbienen an. Der Pollen wird von der Honigbiene in hellgelben Höschen gesammelt. Meist werden die Ligusterhecken schon vor der Blüte geschnitten, wodurch sie als Pollenquelle ausfallen.

5.8.38 Onagraceae, Nachtkerzengewächse

Diese Familie von Kräutern und Sträuchern ist weltweit mit Schwerpunkt in Nordamerika verbreitet und enthält auch einige beliebte Zierpflanzen (*Oenothera*, *Fuchsia*).

In Mitteleuropa ist die Gattung *Epilobium* (Weidenröschen) mit rund 20 Arten am reichsten vertreten. Für Wildbienen ist sie von einer gewissen Bedeutung. Am häufigsten ist das Schmalblättrige Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*), das als Pionierpflanze Kahlschläge massenhaft besiedelt und im Spätsommer durch seine pupurrosa Blütenstände auffällt. Sein Nektar lockt vor allem Hummeln, aber auch andere Wildbienen an. Der grobkörnige, dunkelrote Pollen ist durch sogenannte Viscinfäden verbunden und wird gelegentlich von Wildbienen gesammelt. Von der Blattschneiderbiene *Megachile wilughbiella* konnte ich mehrere, auf einer Waldlichtung angelegte Nester untersuchen, die fast ausschließlich mit dem Pollen dieses Weidenröschens versorgt waren. Alle Beobachtungen deuten darauf hin, daß die Blattschneiderbiene

Megachile lapponica oligolektisch und auf *Epilobium* spezialisiert ist. Sie wurde bisher ausschließlich an *Epilobium angustifolium* pollensammelnd beobachtet. Von anderen *Epilobium*-Arten liegen bisher keine Pollenbesuche vor.

Die aus Nordamerika stammenden Nachtkerzen (*Oenothera*) spielen zwar in ihrem Herkunftsgebiet eine wichtige Rolle für einige oligolektische Bienenarten, für unsere einheimischen Bienen sind sie als Nahrungsquelle vernachlässigbar. Nur selten wird man tagsüber einmal eine Biene in den gelben, von Nachtfaltern bestäubten Blüten entdecken. Honigbienen und Hummeln werden bisweilen in den frühen Morgenstunden pollensammelnd beobachtet. Beide haben aber Schwierigkeiten mit der Handhabung des Viscinpollens.

5.8.39 Orchidaceae, Orchideen

Die Orchideen sind mit vielen Arten über die ganze Welt verbreitet. Wegen ihrer auffallenden Blüten werden sie hochgepriesen und haben unzählige Liebhaber gewonnen. Sie sind nicht nur Grundlage gewerblicher Orchideenkultur und -zucht und eines riesigen Schnittblumenhandels, in ihren Reihen finden wir auch die das Gewürz Vanille liefernde *Vanilla planifolia*. Während viele tropische Orchideen als Epiphyten leben, wachsen die einheimischen Arten durchweg in der Erde.

Orchideen liefern keinen Futterpollen zur Brutversorgung von Wildbienen, viele Arten nicht einmal Nektar zur Eigenversorgung. Als Nahrungs-, insbesondere als Pollenquellen von Wildbienen haben Orchideen daher keine Bedeutung. Umgekehrt sind aber manche Orchideen auf Wildbienen als Bestäuber in teils hohem Maße spezialisiert.

Zweifellos sind die Blüten das charakteristische Merkmal der Orchideen. Der Pollen ist aber nicht wie bei den meisten Blütenpflanzen staubartig oder liegt in Form von unzähligen einzelnen Pollenkörnern vor, sondern ist zu charakteristischen Pollenpaketen geformt, den sogenannten Pollinien. Die einfachste Form der Blütenbestäubung ist das zufällige Mitnehmen von Pollinien durch ein Insekt, z. B. eine Biene. Bei der Suche nach Nektar bleiben diese am Kopf oder sonstigen Körperteilen des Blütenbesuchers kleben. So werden z. B. die Blüten der Bocksriemenzunge (*Himantoglossum hircinum*) von verschiedenen Bienenarten auf der Suche nach Nektar befliegen, z. B. von der Sandbiene *Andrena jacobae*, die daher zum Bestäuberkreis gerechnet wird (PAULUS 1987, mündl. Mitt.).

Bei Orchideen der Gattung *Ophrys* (Ragwurz)

finden wir ganz besondere Verhältnisse, um das Festheften der Pollinien und eine Bestäubung zu gewährleisten. Eingehend mit den nachfolgend beschriebenen Phänomenen haben sich z. B. KULLENBERG (1961), PRIESNER (1973), ÅGREN et al. (1984), PAULUS & GACK (1985) und PAULUS (1987) befaßt. Die *Ophrys*-Blüten imitieren das Weibchen der Bestäuber und veranlassen die Männchen zu einer Pseudokopulation (Begattungsversuch) mit der Blüte. Dabei werden den Männchen die Pollinien auf den Kopf oder den Hinterleib geklebt. Beim nächsten Besuch kann es dann zur Bestäubung kommen. Die Bestäuber gehören durchweg zu den stacheltragenden Hautflüglern und sind – abhängig von der jeweiligen *Ophrys*-Art – Dolchwespen, Grabwespen oder Wildbienen. Ragwurz-Arten profitieren also vom Sexualverhalten ihrer Bestäuber. Da sie aber obendrein ihre Besucher nicht mit Nektar belohnen, nennt man sie auch Sexualtäuschblumen. Täuschblumen locken also ein Insekt unter Vortäuschung falscher Tatsachen an. Das Vortäuschen des Hautflügler-Weibchens gelingt der Ragwurz weniger durch die für uns beeindruckende optische Ähnlichkeit zwischen Blüte und Insektenweibchen. Der wichtigste Faktor ist der Duft, durch den das Männchen aus der Entfernung angelockt und sexuell erregt wird. Ohne Zweifel produziert die Orchidee Lockstoffe, die den weiblichen Sexualduftstoffen zumindest in ihrer Wirkung entsprechen. Vom Geruch angelockt, orientieren sich die Bestäuber optisch und landen auf der Blüte. Dort wird ihr weiteres Verhalten von Tastreizen geleitet, die vor allem durch die mehr oder weniger behaarte Oberfläche der Blütenlippe ausgelöst werden, wobei auch der »Strich« der Haare eine Rolle spielt.

Mit über 50 Arten ist die Gattung *Ophrys* vor allem in den Mittelmeerländern verbreitet. Dort kann man das soeben beschriebene Phänomen am schönsten an der Spiegel-Ragwurz (*Ophrys speculum*) beobachten. Bestäuber sind hier die Männchen der Dolchwespe *Campsoscolia ciliata*, eines Raubparasiten von Blatthornkäfern. Nur fünf Ragwurz-Arten sind bis Mitteleuropa vorgedrungen. Ihre deutschen Namen wie Fliegen-, Hummel-, Bienen- und Große und Kleine Spinnen-Ragwurz beruhen lediglich auf einer Ähnlichkeit der Blüte mit den entsprechenden Tieren, haben aber nichts mit den Bestäubungsverhältnissen zu tun. Die Fliegen-Ragwurz (*Ophrys insectifera*) wird nicht von einer Fliege, sondern von der Grabwespe *Argogorytes mystaceus* bestäubt. Bei der Großen Spinnen-Ragwurz (*Ophrys sphegodes*) wurde die Sandbiene *Andrena limata* und bei der Kleinen Spinnen-Ragwurz (*Ophrys tommasinii*) die Mauerbiene *Osmia*



Bienen-Ragwurz (*Ophrys apifera*).

aurulenta als Bestäuber beobachtet. Die Hummel-Ragwurz (*Ophrys holosericea*) verführt Männchen von Langhornbienen, insbesondere *Eucera longicornis* zu Begattungsversuchen. In Mitteleuropa gibt es nur wenige *Eucera*-Arten und deren Flugzeit oder Verbreitung stimmt nur teilweise mit der Blütezeit oder dem Vorkommen von *Ophrys*-Arten überein. *Eucera*-Arten treten außerdem bei weitem nicht in einer solchen Individuendichte auf wie im Mittelmeergebiet. So sind Pseudokopulationen im mitteleuropäischen Raum auch nur selten zu beobachten. Bei der Bienen-Ragwurz (*Ophrys apifera*) ist eine Synchronisation überhaupt nicht mehr gegeben. Sie ist nicht mehr auf Fremdbestäubung angewiesen, sondern zur Selbstbestäubung befähigt. Ein oder zwei Tage nach dem Öffnen der Blüte neigen sich die Pollinien aus der Säule heraus, hängen nach unten und bleiben an der eigenen Narbe kleben.

5.8.40 Papaveraceae, Mohngewächse

Die Mohngewächse sind vorwiegend krautige, oft einjährige, vielfach Milchsaft führende Pflanzen vor allem der nördlich-gemäßigten Zone. Die wirt-



Kletsch-Mohn (*Papaver rhoeas*).

schaftlich wichtigste Art ist der Schlaf-Mohn (*Papaver somniferum*), aus dem Opium gewonnen wird. Die Samen enthalten kein Opium, dienen als Nahrungsmittel und liefern auch ein wertvolles, schnell trocknendes Öl (für Ölfarben). Manche Arten werden als Gartenzierpflanzen gezogen wie der Alpen-Mohn (*Papaver alpinum*), der Island-Mohn (*Papaver nudicaule*) und der Türken-Mohn (*Papaver orientale*).

Von den in Mitteleuropa wildwachsenden Mohngewächsen ist der Mohn (*Papaver*) die für Wildbienen wichtigste Gattung, Lerchensporn (*Corydalis*) und Schöllkraut (*Chelidonium*) sind dagegen von untergeordneter Bedeutung.

Unter den rund 100, vor allem in Südeuropa und im vorderen Orient verbreiteten Arten der Gattung *Papaver* (Mohn) sind einige als einjährige Kulturbegleiter mit dem Getreide aus dem Orient gekommen, andere sind ausdauernde Hochgebirgspflanzen wie der Alpen-Mohn (*Papaver alpinum*), der die alpinen Schutthalden mit seinen weißen oder gelben Blüten schmückt. Der Kletsch-Mohn (*Papaver rhoeas*) hat früher als ein- bis zweijähriges Ackerwildkraut in Kalkgebieten die Getreidefelder oft rotgefärbt, tritt heute aber meist nur noch in kurzle-

bigen Ruderalfluren bei Straßenbaumaßnahmen auf. Die scharlachroten Blüten sind duft- und nektarlos, enthalten aber große Mengen an grün-schwarzem Pollen, der von den verschiedensten Wildbienen manchmal reichlich gesammelt wird. Der Saat-Mohn (*Papaver dubium*) wächst dagegen vor allem auf leichten, warmen Sandböden, aber auch auf lehmigen Ruderalstellen. Kalkfreie Sandböden braucht der Sand-Mohn (*Papaver argemone*). Saat- und Sand-Mohn werden wie auch alle anderen Mohnarten von polylektischen Bienenarten als Pollenquellen genutzt. Eine auf Mohn spezialisierte Bienenart gibt es in Mitteleuropa nicht. In der Türkei jedoch finden wir in der Gattung *Morawitzia* solche oligolektischen, auf *Papaver* spezialisierte Bienenarten. Die Mohnblüten öffnen sich am frühen Morgen und verblühen meist schon am gleichen Tag. Die Pollendarbietung beginnt morgens bereits ab 5 Uhr und dauert bis 10 Uhr. Weil oft spätestens gegen 10 Uhr der gesamte Pollenvorrat einer Blüte geerntet ist, hört der Bienenbesuch um diese Zeit auf.

Das Schöllkraut (*Chelidonium majus*), das als Stickstoffzeiger an Wegen, Mauern, Zäunen und in Heckensäumen wächst, bietet in seinen gelben Blüten keinen Nektar, wird aber sehr vereinzelt als nicht sonderlich attraktive Pollenquelle vor allem von Hummeln beflogen.

Die heimischen Arten der Gattung *Corydalis* (Lerchensporn) werden von Frühjahrsbienen genutzt. Der Hohle Lerchensporn (*Corydalis cava*) kommt als ausdauernde Pflanze in lichten Wäldern (besonders Buchenwäldern), in Baumgärten, Gebüsch und Hecken und in Weinbergen vor. Er beginnt etwa gleichzeitig mit der Salweide zu blühen. Seine Blütezeit dauert rund 3 Wochen. Der im Sporn der meist trüb-rotviolett Blüten angebotene Nektar ist nur langrüssligen Hummeln und Pelzbienen auf normalem Wege zugänglich. Häufig sind aber kurzrüsslige Hummeln auch beim Nektarraub zu beobachten, wodurch auch anderen kurzrüssligen Bienenarten ein Zugang zum Nektar ermöglicht wird. Im Siedlungsbereich sind regelmäßig die Männchen der Pelzbiene *Anthophora acervorum* an den Blüten anzutreffen. Aber auch der weißliche Pollen wird genutzt, u. a. von der Mauerbiene *Osmia cornuta*.

5.8.41 Plantaginaceae, Wegerichgewächse

Die Wegerichgewächse sind meist ein- und mehrjährige Kräuter der gemäßigten Zonen und tropischen

Berggebiete. Die meisten Arten gehören der Gattung *Plantago* (Wegerich) an.

In Wiesen, auf Weiden, in Magerrasen, an Wegrändern und in Parkrasen finden wir als häufigste Arten den Spitz-Wegerich (*Plantago lanceolata*), den Großen Wegerich (*Plantago major*) und den Mittleren Wegerich (*Plantago media*). Aus einer grundständigen Rosette, die vor allem dem Großen Wegerich ein Vorkommen selbst auf stark betretenen Wegen und Plätzen und in häufig gemähten Parkrasen ermöglicht, erheben sich die Blütenstängel mit ei- oder walzenförmigen bzw. kopfigen Blütenständen. Die Staubfäden hängen weit aus der Kronröhre heraus. Bei Nässe schließen sich die Staubbeutel wieder und schützen den noch in ihnen enthaltenen Pollen vor dem Regen.

Die Wegerich-Arten besitzen keine Nektarien. Sie sind Windblütler, haben aber dennoch eine gewisse Bedeutung für Bienen. Regelmäßig werden sie von Honigbienen und Wildbienen zum Pollensammeln befliegen, insbesondere von Hummeln (*Bombus*), Sandbienen (*Andrena*) und Furchenbienen (*Haliclus, Lasioglossum*).

5.8.42 Poaceae (Gramineae), Süßgräser

Die weltweit verbreiteten Süßgräser spielen für die Ernährung von Tier und Mensch eine wichtige Rolle. Sie sind die ältesten und züchterisch am meisten bearbeiteten Nutzpflanzen und liefern Brotfrüchte wie Getreide, Mais, Reis und Zuckerrohr sowie Futtergräser für das Vieh.

Wie viele andere Windblütler werden Wiesengräser und Mais von der Honigbiene ausgiebig als Pollenquelle genutzt. Wegen ihrer guten Wirksamkeit sind sie deshalb bei Imkern geschätzt. Wenn auch aus außereuropäischen Gebieten (vgl. TERRELL & BATRA 1984) verschiedentlich von pollensammelnden Wildbienen berichtet wird, so liegen aus Mitteleuropa kaum Beobachtungen dieser Art vor. Lediglich in einigen Brutzellen der Furchenbiene *Lasioglossum malachurum* wurde von BOHRER (1987) ein hoher Anteil von Gräserpollen gefunden.

5.8.43 Primulaceae, Primelgewächse

Die Primelgewächse sind weltweit verbreitet und einjährige oder ausdauernde Kräuter. Sie enthalten eine ganze Anzahl von beliebten Gartenpflanzen, darunter die Primeln und Alpenveilchen, sowie die bekannten Schlüsselblumen.

Die Bedeutung der Primelgewächse für Wildbie-

nen ist bei der Vielgestaltigkeit der Blüteneinrichtungen in dieser Pflanzenfamilie sehr unterschiedlich und hängt stark von der jeweiligen Pflanzengattung bzw. -art ab. Auch die Bestäubungseinrichtungen sind innerhalb der Primulaceen sehr verschiedenen. Einige Primelarten z.B. verringern die Möglichkeit der Selbstbestäubung, indem sie zwei verschiedene Blütentypen hervorbringen und zwar jeweils an verschiedenen Primelpflanzen. Der eine Typ hat lange Griffel und kurze Staubgefäße, während der andere kurze Griffel und lange Staubgefäße besitzt. Die Narbe der langgriffligen Blüten liegt auf gleicher Höhe mit den Staubbeuteln der kurzgriffligen und umgekehrt. Diese Art der Verschiedengrifflichkeit (Heterostylie) wird als Distylie bezeichnet. Langgrifflige Blüten können nur von Pollen bestäubt werden, der von den Staubbeuteln kurzgriffliger Blüten stammt und umgekehrt.

Die Alpenveilchen (*Cyclamen*) haben innerhalb der Primelgewächse die wenigsten Besucher. Wenn sie überhaupt einmal von Bienen befliegen werden, sind es entweder Honigbienen oder Hummeln, die Pollen sammeln.

Unsere einheimischen Schlüsselblumen sind alle Frühblüher. Die Alpen-Aurikel (*Primula auricula*) wurde schon früh in Gartenkultur genommen. Die Arten der Gattung *Primula* werden außer von Faltern auch von langrüssligen Bienen, vor allem Hummeln (*Bombus*) und Pelzbienen (*Anthophora acervorum*) ihres Nektars wegen besucht. An der Kronröhre der Schlüsselblumen (*Primula elatior, P. veris*) findet man nicht selten dicht über dem Kelch Einbruchlöcher von Hummeln. Gelegentlich sammeln einzelne Bienen auch Pollen, vor allem an kurzgriffligen Schlüsselblumen. Wie ich an der Kissen-Primel (*Primula juliae*) beobachten konnte, wird der Pollen von der Pelzbiene *Anthophora acervorum* auf die Weise geerntet, daß der Rüssel in die Blüte gesteckt und dadurch mit Pollen eingepudert wird, der anschließend ausgekämmt und in die Schienenbürsten übergeben wird (sekundäres Pollensammeln).

Zahlreiche Pflanzen bieten in ihren Blüten an Stelle des Nektars fette Öle in besonderen Organen, den sogenannten Elaiophoren, dar. Das Vorkommen solcher Ölblumen schien auf Südamerika und das Kapland beschränkt, bis VOGEL entdeckte, daß es auch bei uns in Europa solche ölproduzierenden Pflanzen gibt. Dabei handelt es sich um mehrere Vertreter der Gattung *Lysimachia* und zwar um den Gewöhnlichen Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*), den Pfennig-Gilbweiderich (*Lysimachia nummularia*) und den Punkt-Gilbweiderich (*Lysimachia punctata*). Der Hain-Gilbweiderich (*Lysima-*



Die Schenkelbiene *Macropis fulvipes* beim Pollensammeln in der Blüte des Gewöhnlichen Gilbweiderichs (*Lysimachia vulgaris*). Beachte, daß die Transporteinrichtungen sowohl von Tibia als auch von Basitarsus mit dem gelbem Pollen-Öl-Gemisch beladen sind.

chia nemorum) wird von VOGEL (1986) als Pollenblume aufgeführt, die vielleicht z.T. spontan oder insektenvermittelt autogam ist. Eine Nektarblume, die von Honigbienen, Hummeln und Tagfaltern regelmäßig besucht wird, ist bei uns die nur als Zierpflanze kultivierte, weißblühende *Lysimachia ephemerum*. (Die ebenfalls zuweilen in Gärten gezogene *Lysimachia ciliata* hingegen ist eine Ölblume.)

Der Gewöhnliche Gilbweiderich (*L. vulgaris*) wächst in moorigen Staudenfluren, an Quellen und Gräben, in Auwäldern, in Moorwiesen und im Weidengebüsch. Der Pfennig-Gilbweiderich (*L. nummularia*) besiedelt als Rohboden-Kriechpionier vor allem Ufer und Gräben sowie die Ränder feuchter Waldwege. Der Punkt-Gilbweiderich (*L. punctata*) stammt aus dem ostmediterran-pontischen Raum und erreicht in Niederösterreich seine natürliche Nordgrenze. Bei uns wird er als Gartenstaude gezogen und ist gelegentlich verwildert. Er liebt trockenere Standorte als *L. vulgaris* und beginnt etwa zwei Wochen eher zu blühen. Auch in Nordamerika und Asien wurden solche ölabsondernden *Lysimachia*-Arten entdeckt (vgl. CANE et al. 1983, VOGEL 1986).

Zwar war die Bindung der Schenkelbienen (*Macropis*) an *Lysimachia*-Arten schon früher bekannt, aber erst 1976 beschrieb VOGEL, daß das Interesse der Schenkelbienen-Weibchen dem Öl gilt. Dieses Öl wird vom Weibchen als Teil der Brutnahrung gesammelt. Besondere Saugpolster an den Innenflanken des I. und II. Beinpaars werden beim Blütenbesuch der Öldrüsen-Oberfläche aufgedrückt, wodurch das Öl absorbiert wird. Während des Blütenbesuchs wird auch Pollen von den Staubgefäßen auf der Bauchseite übernommen, der im Flügel in die Sammelbehaarung der Hinterbeine gehösel wird. Beide Blütenprodukte vermischen sich dort zu einem gelben Brei. Auffällig ist, daß die Bienen beim Blütenbesuch die Hinterbeine weit hochstrecken. Dieses Verhalten kann man unterschiedlich deuten: Es könnte das vorzeitige Abstreifen des Pollens verhindern; als wahrscheinlicher erscheint jedoch ein Abwehrverhalten gegen paarungswillige Männchen, da das Wegstrecken der Hinterbeine auch dann erfolgt, wenn die Weibchen nicht sammeln. Die Schenkelbienen sammeln (in der Regel sekundär) auch den Pollen für ihre Brut ausschließlich an den genannten *Lysimachia*-Arten, wobei aufgrund der bevorzugten Lebensräume und unterschiedlichen Flugzeiten der Bienen und der unterschiedlichen Standorte und Blühzeiten der Pflanzen *L. punctata* und *L. nummularia* für *Macropis fulvipes* und *L. vulgaris* für *Macropis labiata* die Hauptpollenquellen darstellen. Die Männchen besuchen ebenfalls diese Gilbweiderich-Arten, allerdings aus-

schließlich zur Weibchensuche und zur Paarung. Beide Geschlechter versorgen sich mit Nektar in den Blüten vielerlei anderer Pflanzen. In Bezug auf diese Nektarquellen liegt keine Spezialisierung vor. Sie sind daher austauschbar.

5.8.44 Ranunculaceae, Hahnenfußgewächse

Die Hahnenfußgewächse sind weltweit mit Schwerpunkt in den gemäßigten und kalten Breiten der nördlichen und südlichen Hemisphäre verbreitet und enthalten vorwiegend krautige, selten holzige Kletterpflanzen wie *Clematis*. Manche Arten eignen sich vorzüglich als Zierpflanzen.

Die Bedeutung der Hahnenfußgewächse für Wildbienen ist je nach Pflanzengattung sehr unterschiedlich. Zum Teil hängt dies sicherlich von der großen Mannigfaltigkeit der Blüteneinrichtungen ab. So gibt es z.B. reine Pollenblumen, wie die Windröschen (*Anemone*), die Waldreben (*Clematis*) und die Leberblümchen (*Hepatica*), die keinen Nektar absondern und daher nur als Pollenquellen in Betracht kommen. Die meisten Hahnenfußgewächse sind für Wildbienen nur von untergeordneter Bedeutung bis auf die Gattung *Ranunculus*, die für eine oligolektische Bienenart die ausschließlichen Pollenquellen stellt.

Die Waldrebe (*Clematis vitalba*), eine verholzende Kletterpflanze der feuchten Wälder, Waldränder, Hecken und Weinbergbrachen wird nur selten als Pollenquelle genutzt. Die gewöhnliche Küchenschelle (*Pulsatilla vulgaris*), die zerstreut in Magerrasen wächst, aber auch als Steingartenpflanze verwendet wird, bietet Nektar und Pollen. Wegen ihrer frühen Blütezeit (März–April) kommen nur wenige Wildbienen als Besucher in Frage. Meist sind sie am Nektar interessiert. Nur vereinzelt wird auch Pollen gesammelt. Die nektarlosen Blüten des Busch-Windröschens (*Anemone nemorosa*) werden nur ganz vereinzelt von polylektischen Wildbienen zum Pollensammeln befliegen. Die Blüten der Eisenhut- (*Aconitum*-) Arten sind typische Hummelblumen.

Die höchste Bedeutung für Wildbienen haben innerhalb der Hahnenfußgewächse einige Arten der Gattung *Ranunculus*, insbesondere: Scharfer Hahnenfuß (*Ranunculus acris*), Knolliger Hahnenfuß (*Ranunculus bulbosus*) und Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*). Der Scharfe Hahnenfuß ist im Mai für die »gelbe Welle« von Wiesen aller Art verantwortlich. Er ist aber auch auf Weiden verbreitet, weil er vom Vieh gemieden und dadurch geför-



Die Scherenbiene *Chelostoma florissomme* beim Pollensammeln in der Blüte vom Kriechenden Hahnenfuß (*Ranunculus repens*).

dert wird. Der Knollige Hahnenfuß wächst häufig in Kalk-Magerrasen und in mageren Wiesen und auf Weiden. Der Kriechende Hahnenfuß ist ein Rohboden-Pionier auf Brachland, in Gärten, an Ufern und Gräben und in Wiesen. Die Scherenbiene *Chelostoma florissomme* ist oligolektisch und auf *Ranunculus* spezialisiert, wobei die drei genannten Arten mit weitgehend übereinstimmenden Blüteinrichtungen ihre Hauptpollenquellen darstellen. Aber auch von zahlreichen anderen Wildbienen wird ihr Nektar und der reichlich dargebotene, goldgelbe Pollen genutzt.

Einige der übrigen *Ranunculus*-Arten dienen außer den Spezialisten auch verschiedenen anderen Wildbienen als Nektar- bzw. Pollenquelle. Hier ist besonders das Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria*) zu nennen, das häufig und gesellig an halbschattigen Stellen in Auwäldern, Obstgärten, Hecken und Parkanlagen vorkommt. Ob auch der weißblühende Eisenhutblättrige Hahnenfuß (*Ranunculus aconitifolius*) von *Chelostoma florissomme* genutzt wird, ist bisher nicht bekannt.

5.8.45 Resedaceae, Resedengewächse

Von den hauptsächlich im Mittelmeerraum verbreiteten Resedengewächsen ist nur die Gattung *Reseda*

einheimisch. Von den insgesamt rund 60 Arten sind in Deutschland zwei Arten eingebürgert und kommen wild vor (*Reseda lutea*, *R. luteola*). Eine vor allem früher weit verbreitete, einjährige Zierpflanze ist die stark und angenehm duftende Garten-Resede (*Reseda odorata*). Aus den Gärten ist sie manchmal auf Schuttplätzen vorübergehend verwildert. Ihr Duft geht auf das Resedablütenöl (Resedageraniol) zurück. Als Riechstoff wird das ätherische Öl der Wurzel gewonnen. Seltener wird die im ganzen Mittelmeergebiet heimische, zweijährige bis ausdauernde, ebenfalls wohlriechende Weiße Resede (*Reseda alba*) als Zierpflanze gezogen.

Die Wilde Resede oder der Gelbe Wau (*Reseda lutea*) ist zwei- bis mehrjährig und wächst als häufiger Rohbodenpionier an Wegen, auf Schuttplätzen, Dämmen, in Bahn- und Hafenanlagen oder in Steinbrüchen. Die Färber-Resede (*Reseda luteola*) wächst zerstreut als Rohbodenpionier an Schuttplätzen, an Dämmen und in Steinbrüchen, in Bahn- und Hafenanlagen. Sie ist in Mitteleuropa bereits seit dem 13. Jahrhundert als Färbepflanze überliefert, deren gelber Farbstoff, das Luteolin, Seide und Leinen licht- und waschecht zu färben vermag. Viele Vorkommen dürften sekundär sein und aus früheren Kulturen stammen. Der Nektar der unscheinbaren, hellgelben oder weißen *Reseda*-Blüten ist kurzrüssligen Bienen gut zugänglich. Er wirkt auch auf

andere Hautflügler stark anziehend, so daß das Besucherspektrum sehr weit ist. Aber auch als Pollenquellen sind Reseden beliebt. Sie haben daher eine hohe Bedeutung für Wildbienen, die neben zahlreichen Gold-, Grab-, Weg- und Faltenwespen regelmäßig an ihren Blüten angetroffen werden. Insbesondere Maskenbienen (*Hylaeus*) gehören zu den häufigen Besuchern. Die Maskenbiene *Hylaeus signatus* ist oligolektisch und auf *Reseda* spezialisiert. Auch die in Mitteleuropa in der Schweiz, nicht aber in Deutschland nachgewiesene Seidenbiene *Colletes canescens* bevorzugt Reseden. Die Blütenstände der *Reseda*-Arten werden von den Männchen der Wollbiene *Anthidium oblongatum* als Territorium verteidigt, für die Weibchen dieser Art sind die Reseden (v. a. *R. lutea*, *R. luteola*) sehr beliebte Pollenquellen.

5.8.46 Rhamnaceae, Kreuzdorngewächse

Die Kreuzdorngewächse sind Bäume und Sträucher der gemäßigten und tropischen Gebiete. In Mitteleuropa kommen die Gattungen *Rhamnus* und *Frangula* vor, von denen vor allem die letztere für Wildbienen von gewisser Bedeutung ist.

Der Echte Kreuzdorn (*Rhamnus catharticus*), der als Strauch oder Baum in sonnigen Hecken, in Magerweiden und an Waldrändern vorkommt, wird gelegentlich als Nektarquelle auch von Wildbienen besucht. Als Pollenquelle ist er bisher nicht belegt. Von höherer Bedeutung ist der Faulbaum (*Frangula alnus*). Er wächst meist als Pionierstrauch an feuchten Standorten wie z. B. in Verlandungszonen von Seen, an Flußläufen oder in Auwäldern, gedeiht aber auch auf trockenen Standorten. Seine Blütezeit fällt in die Monate Mai und Juni. Der in den kleinen grünlichen Blüten offen dargebotene Nektar ist für kurzrüsslige Insekten leicht zugänglich. Daher stellen sich zahlreiche Besucher ein, zu denen neben Grab- und Faltenwespen auch Honigbienen, Hummeln und andere Wildbienen gehören. Die Hauptbedeutung des Faulbaums liegt demnach in dem reichen Nektarangebot. Als Pollenquelle konnte der Faulbaum zwar mehrfach belegt werden, dürfte aber als solche keine große Rolle spielen.

5.8.47 Rosaceae, Rosengewächse

Die Rosengewächse sind eine artenreiche Familie krautiger und holziger Pflanzen, die weltweit mit Schwerpunkt in den nördlich-gemäßigten Gebieten verbreitet sind. Wegen ihrer Früchte (Äpfel, Kirschen, Pflaumen, Pfirsiche, Brombeeren, Himbeeren und Erdbeeren) werden sie sehr geschätzt. Auch viele beliebte Garten- und Zierpflanzen gehören zu ihnen.

Neben einzelnen Windblütlern (z. B. Wiesenknopf, *Sanguisorba*) gibt es viele nektarlose Pollenblumen (z. B. Rosen, *Rosa*). Unter den Gattungen, die Nektarien besitzen, sondern manche reichlich Nektar ab (z. B. Brombeeren, *Rubus*), andere wiederum sind sehr nektararm (z. B. Fingerkraut, *Potentilla*). So ist auch der Blütenbesuch durch Wildbienen bei den verschiedenen Rosengewächsen sehr unterschiedlich und entspricht ihrer jeweiligen Attraktivität als Nektar- oder Pollenquelle, einige Gattungen spielen aber eine wichtige Rolle. Die meisten Wildbienen, die Rosengewächse des Pollens wegen besuchen, sind polylektisch. Einige Sandbienen, z. B. *Andrena eximia* und *A. jacobae* zeigen eine deutliche Vorliebe für Rosengewächse. Dagegen sind in Mitteleuropa nur zwei oligolektische Bienenarten bekannt, die eine Spezialisierung auf Rosengewächse und zwar auf *Potentilla* zeigen: die Sandbienen *Andrena potentillae* und *A. tarsata*.

Von den mitteleuropäischen Rosengewächsen sind vor allem die Gattungen *Rubus* (Brombeerensträucher), *Rosa* (Rosen), *Potentilla* (Fingerkraut), *Fragaria* (Erdbeere), *Crataegus* (Weißdorn), *Prunus* (Obstbäume), und *Pyrus* (Birne) für Wildbienen bedeutsam und sollen daher mit einigen Vertretern näher behandelt werden.

Die Gattung *Rubus* (Brombeeren, Himbeeren) ist überaus formenreich. Vor allem die zahlreichen Arten von Brombeeren sind für einen Nichtspezialisten äußerst schwer zu unterscheiden. Die Blüten der einzelnen Formen sind allerdings durchweg in ihrem Bau so übereinstimmend, daß von daher kaum Unterschiede im Besucherspektrum zu erwarten sind. Der in den Himbeerblüten noch reichlicher als in den Brombeerblüten abgesonderte Nektar ist leicht zugänglich. Blütezeit, Standort und Umfeld bestimmen weitgehend, welche Wildbienen sich als Besucher einstellen, die oft nur Nektar saugen, aber auch den reichlich vorhandenen Pollen sammeln. Eine der leicht kenntlichen Brombeeren ist die Kratzbeere (*Rubus caesius*), die häufig in Auenwäldern, im Weidengebüsch, an Ufern sowie an Wald- und Wegrändern vorkommt. In Wäldern, auf Waldschlägen, in Gebüsch und Hochstaudenfluren, vor allem auf nitratreichen Böden wächst die Himbeere (*Rubus idaeus*). Am formenreichsten sind die echten Brombeeren, die hier allgemein als Sammelart *Rubus fruticosus* geführt werden. Sie sind häufige, sommer- oder wintergrüne Sträucher der Wälder, Hecken, Kahlschläge oder Heiden. Zu ihnen gehören die kultivierten Gartensorten.

Die Rosen (*Rosa*) sind nektarlose Pollenblumen mit reichlicher Pollenproduktion und mit offenen, Insekten leicht zugänglichen Blüten. Alle Wildarten, z. B. Hunds-Rose (*Rosa canina*), und alle ungefüllten Gartenrosen, z. B. Chinesische Rose (*Rosa hugonis*) werden von Wildbienen mehrerer Gattungen zum Pollensammeln befliegen.

Die Fingerkräuter (*Potentilla*) zeichnen sich durch einen großen Formenreichtum aus. Sie sondern in nur geringer Menge Nektar ab. Pollen wird meist von Sandbienen (*Andrena*), Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*) und Mauerbienen (*Osmia*) gesammelt. Schon im zeitigen Frühjahr blüht das Frühlings-Fingerkraut (*Potentilla verna*), das in warmen Magerrasen, an sonnigen Felshängen, auf Trockenmauern, an Dämmen und Wegen eine wichtige Futterpflanze darstellt und die Hauptpollenquelle der oligolektischen Sandbiene *Andrena potentillae* ist. Einige Fingerkräuter wie die nachfolgenden Arten blühen erst im Sommer. Das Gänse-Fingerkraut (*Potentilla anserina*) zeigt nährstoffreiche Verhältnisse und Bodenverdichtung an. Als Kriechpionier finden wir es an Wegen, Ufern und in Dörfern. Das Kriechende Fingerkraut (*Potentilla reptans*) ist häufig in Fettwiesen, an Gräben, Ufern, Straßen- und Wegrändern sowie auf Dämmen und Mauern zu finden. Die Blutwurz (*Potentilla erecta*) ist ein Magerkeits- und Versauerungszeiger und wächst in Magerrasen, Moorwiesen und in lichten Wäldern. Diese und andere im Hochsommer blühende Fingerkräuter sind die Pollenquellen der oligolektischen Sandbiene *Andrena tarsata*.

Unter den Erdbeeren (*Fragaria*) gibt es nur wenige heimische Wildarten, von denen die Wald-Erdbeere (*Fragaria vesca*) die häufigste ist. Sie wächst in Waldlichtungen, an Waldwegen und -rändern und wird vor allem von verschiedenen Sandbienen (*Andrena*) und Furchenbienen (*Lasioglossum*) als Nektar- und Pollenquelle besucht.

Außer Garten-Apfelbaum (*Malus domestica*), Birne (*Pyrus communis*) und Quitte (*Cydonia oblonga*) gehören die Obstbäume zur Gattung *Prunus*, so z. B. Süß-Kirsche (*Prunus avium*), Sauer-Kirsche (*Prunus cerasus*), Zwetschge (*Prunus domestica*), Pfirsich (*Prunus persica*), Aprikose (*Prunus armeniaca*) und Mandel (*Prunus dulcis*). Obwohl ihre Früchte sehr verschieden aussehen, sind sie doch alle miteinander verwandt. Alle Obstbäume werden von den verschiedensten Wildbienen zum Nektarerwerb und Pollensammeln befliegen. Unter den wildwachsenden *Prunus*-Arten sind für Wildbienen vor allem die selten an felsigen Hängen vorkommende Felsen-Kirsche (*Prunus mahaleb*) und die häufig in Hecken und an Waldrändern

wachsende Schlehe (*Prunus spinosa*) wichtig. Die Traubenkirsche (*Prunus padus*) mit ihren stark riechenden, zu hängenden Trauben vereinigten Blüten wird eher von Fliegen als von Wildbienen besucht. Die Gattung *Prunus* liefert auch schöne Ziergehölze, die oft in Gärten und Parkanlagen zu sehen sind. Der im Siedlungsbereich als Ziergehölz gepflanzte Kirschlorbeer (*Prunus laurocerasus*) ist für Wildbienen allerdings bedeutungslos. Dagegen wird die frühblühende Kirschpflaume (*Prunus cerasifera*) vor allem von der Mauerbiene *Osmia cornuta* häufig als Pollenquelle befliegen.

Die gewöhnliche Zwergmispel (*Cotoneaster integerrimus*) ist ein seltener Pionierstrauch sonniger Felshänge oder von Felsgebüschchen. Verschiedene, aus China stammende *Cotoneaster*-Arten werden in den letzten Jahren überaus häufig in Parkanlagen (*Cotoneaster salicifolia*) oder als »Bodendecker« (*Cotoneaster dammeri*) gepflanzt. Meist werden nektarsammelnde Honigbienen beobachtet, bisweilen werden sie auch von Sandbienen (z. B. *Andrena jacobii*) als Pollenquellen genutzt.

Die Gattung *Crataegus* (Weißdorn) ist in Mitteleuropa mit zwei Sammelarten vertreten: dem Eingrifflichen Weißdorn (*Crataegus monogyna*) und dem Zweigrifflichen Weißdorn (*Crataegus laevigata*), die beide einander sehr ähneln (auch in den Blüten) und miteinander bastardieren. Der Rotdorn ist keine eigene Art, sondern nur eine rotblühende Spielart des Weißdorns. Beide Arten kommen in Hecken, Gebüsch und Wäldern vor, der Eingriffliche Weißdorn vor allem in den Kalk- und Wärmegebieten. Wegen der starken Dornenbildung wird der Weißdorn gern zur Anlage von Hecken verwendet. Um im Mai oder Juni eine reiche Blüte zu erhalten, dürfen die Hecken aber nicht gestutzt, sondern nur ausgelichtet werden. In den nach Heringslake (Trimethylamin) riechenden Blüten finden Wildbienen neben Nektar auch Pollen, der vor allem von Sandbienen (*Andrena*) gesammelt wird.

5.8.48 Rubiaceae, Krappgewächse

Die Krappgewächse gehören zu den artenreichen Pflanzenfamilien und sind hauptsächlich in den Tropen und Subtropen mit Bäumen oder Sträuchern verbreitet. Mit einigen wenigen, meist krautigen Arten kommen sie auch in gemäßigten und kalten Breiten vor. Ihre bekanntesten Produkte sind Kaffee (*Coffea*) und Chinin (*Cinchona*). Den roten Krapp-Farbstoff liefert die Gattung *Rubia*.

Die Krappgewächse haben für mitteleuropäische Wildbienen nur eine geringe Bedeutung. *Asperula*

Arten werden bisweilen wegen ihres Nektars besucht, z.B. Hügel-Meister (*Asperula cynanchica*). *Galium*-Arten (Labkräuter) dienen manchmal auch als (unbedeutende) Nektarquellen und werden von kleinen, polylektischen Wildbienen bisweilen auch zum Pollensammeln befliegen.

5.8.49 Rutaceae, Rautengewächse

Die Rautengewächse sind eine artenreiche, mehr oder weniger kosmopolitische Familie von Sträuchern und Bäumen, seltener auch Kräutern. Sie sind von enormer wirtschaftlicher Bedeutung, da Arten der Gattung *Citrus* Zitronen, Apfelsinen, Mandarinen und Grapefruits liefern. Andere Arten werden wegen ihrer ätherischen Öle angebaut oder sind als Zierpflanzen begehrt. In Mitteleuropa kommen nur wenige Arten wildwachsend vor, die für Wildbienen von geringer Bedeutung sind.

Die Weinraute (*Ruta graveolens*), eine ausdauernde, mediterrane Felsenpflanze, wird seit Jahrhunderten in Kräutergärten als Zier-, Heil- und Gewürzpflanze kultiviert und ist in süddeutschen Wärmegebieten auf Kalk zerstreut verwildert. Die grünlich-gelben Blüten verströmen einen scharfen Geruch und locken neben Fliegen auch kurzrüsslige Hautflügler an. Der Nektar wird offen abgesondert. Meistens wird die Pflanze wegen ihres Nektars besucht, Pollenbesuche liegen nur von der Honigbiene vor. Der seltene Diptam (*Dictamnus albus*) wächst als ausdauernde Pflanze in Süd- und Mitteleutschland auf felsigen Hängen und im Saum oder in den Lücken von Eichengebüschen. In den zitronen- oder zimtartig duftenden Blüten saugen Honig- und Wildbienen gelegentlich den im Blütengrund abgesonderten Nektar. Nur vereinzelt wird auch Pollen gesammelt, meist nur von der Honigbiene und von Hummeln. Es ist nicht auszuschließen, daß auch andere polylektische Bienenarten bisweilen die Blüten als Pollenquelle nutzen.

5.8.50 Salicaceae, Weidengewächse

Die Weidengewächse sind Bäume und Sträucher meist der nördlich-gemäßigten Breiten und umfassen die beiden Gattungen *Salix* (Weide) und *Populus* (Pappel). Pappeln finden als Nutzholz (Streichhölzer) Verwendung. Weiden sind untrennbar mit dem Korbflechten verbunden und stellen wertvolle Ziergehölze für Gärten und Parks. Sie dienen auch zur Befestigung von Flußufern, Straßenböschungen und Dämmen.

Weiden und Pappeln sind als Nahrungsquellen für Wildbienen von jeweils sehr unterschiedlicher Bedeutung. Die im mitteleuropäischen Raum hauptsächlich Vertreter der Gattung *Populus* sind die Schwarz-Pappel (*Populus nigra*), die Silber-Pappel (*Populus alba*) und die Zitter-Pappel oder Espe (*Populus tremula*). Alle drei sind nektarlose, zweihäusige Windblütler. Die männlichen Pappelkätzchen liefern der Honigbiene ausgiebig Pollen, der in graugelben Höschen gesammelt wird. Wildbienen wurden als Pollensammler nach meiner Kenntnis bisher nicht beobachtet, weswegen die Pappeln für sie völlig unbedeutend sein dürften.

Ganz anders verhält es sich mit den Weiden (*Salix*), die mit Ausnahme einiger arktischer Arten durchweg insektenblütig sind. Sie spielen im Frühjahr eine ungemein wichtige Rolle als Nektar- und vor allem als Pollenspender. Als Frühjahrstracht sind Weiden bei den Imkern sehr geschätzt, weil sie maßgeblich zur Entwicklung der Honigbienenvölker beitragen. Für einige oligolektische Wildbienen-Arten sind Weiden sogar die ausschließlichen Pollenquellen. Dabei handelt es sich um die Seidenbiene *Colletes cunicularius* sowie die Sandbienen *Andrena apicata*, *A. clarkella*, *A. mitis*, *A. nycthemera*, *A. praecox*, *A. ruficrus*, *A. sericata*, *A. ventralis* und *A. vaga*. Auch zahlreiche andere, polylektische Wildbienen nutzen die Weiden während ihrer Blüte ausgiebig.

In Europa gibt es rund 35 Weiden-Arten. Vor allem durch künstliche Bastardierung gibt es zahlreiche Hybride. Die Weiden sind teils hohe, mächtige Bäume wie die Silber-Weide, teils winzige, fast krautartige Sträuchlein wie die Kraut-Weide. In der Regel besiedeln sie mehr oder weniger feuchte Standorte und prägen vor allem die Bach- und Flußauen. Die Weiden sind zweihäusig, männliche und weibliche Blüten befinden sich also auf verschiedenen Pflanzen. Die unscheinbaren Blüten sind zu ährenartigen, steifen Blütenständen, sogenannten Kätzchen, vereinigt, die sich bei einigen Arten besonders hervorheben, weil sie vor der Entwicklung des Laubes erscheinen. Die Kätzchen sind meist eiförmig wie bei der Sal-Weide, bisweilen dünn zylindrisch wie bei der Purpur-Weide. Die weiblichen Blüten sind unscheinbar grünlich, die männlichen sind durch die leuchtend gelben oder roten Staubbeutel viel auffälliger. Weibliche wie männliche Blüten besitzen Nektardrüsen. Als Nektarspender sind Weiden allerdings zweitrangig, wenn sie auch von Honigbienen und zahlreichen Wildbienen des Nektars wegen besucht werden. Weiden sind in erster Linie Pollenspender. Die männlichen Pflanzen liefern ein überaus reiches Pol-

lenangebot, wobei der Pollen von hell- bis dunkelgelber Farbe ist. In natürlichen oder naturnahen Flußauen kommen stets mehrere Weiden-Arten nebeneinander vor und es besteht eine lange Blühzeitfolge der einzelnen Arten. Dies ist insbesondere dann von großer Wichtigkeit, wenn bei ungünstigem (regnerisch-kühlem) Wetter eine Art als Pollenquelle ausfällt. Für die Entwicklung individuenstarker Populationen ist daher ausschlaggebend, ob ein reiches Sortiment an Weiden zur Verfügung steht, das eine längere Blühzeitfolge und damit ein über mehrere Wochen vorhandenes Nahrungsangebot garantiert. Hinsichtlich der Blütezeit kann zwischen Frühblühern (z.B. *Salix caprea*) und Spätblühern (z.B. *Salix alba*) unterschieden werden.

Die Sal-Weide (*Salix caprea*) besiedelt als Rohboden- und Waldpionier Waldschläge, Waldränder, Schuttstellen, Erdanrisse, Abraumhalden, Kiesgruben und Steinbrüche, von der Ebene bis ins Gebirge. Gut wurzelnde Stecklinge männlicher Pflanzen ergeben die Kultursorte *Salix caprea* 'mas', die im Siedlungsbereich verwendet wird. Die großen, meist eiförmigen Kätzchen blühen am frühesten von allen heimischen Weiden, oft schon im März. Die Sal-Weide gehört zu den wichtigsten Pollenquellen der Sandbienen *Andrena clarkella* und *Andrena ruficrus*. Die Grau-Weide (*Salix cinerea*) ist, wenn freistehend, ein Großstrauch von typisch halbkugeligem Wuchs. Sie kommt vorwiegend in der Ebene, aber auch im Gebirge, auf nährstoffreichen, aber meist kalkarmen Sand- und Tonböden mit hochstehendem Grundwasser vor. Sie beginnt unmittelbar nach der Sal-Weide zu blühen.

Die Purpur-Weide (*Salix purpurea*) ist als Pionier vor allem in Flußniederungen verbreitet und wächst häufig in Auebüschen und Auwäldern an Ufersäumen auf periodisch überschwemmten, meist kalkreichen Schwemmböden. Auf Sand- und Kiesbänken der Alpenflüsse tritt sie in der Sukzession bald nach der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) auf. Auch in Kiesgruben (z.B. der Oberrheinebene) ist sie ein typischer Erstbesiedler.

Die Bruch-Weide (*Salix fragilis*) ist vorwiegend in den Stromtalauen verbreitet, ihre Vorkommen reichen aber bis in die mittleren Gebirgslagen (Süd-schwarzwald bis 1100 m). Sie wächst häufig im Weidengebüsch, an Bächen und Ufern und an Gräben auf meist kalkarmen Kies-, Sand- oder Lehmböden. Ihre Zweige brechen mit einem knackenden Geräusch.

Die Mandel-Weide (*Salix triandra*) ist ein Erstbesiedler an Fluß- und Bachufern auf periodisch überschwemmten und vorzugsweise kalkhaltigen Rohböden. Die Korb-Weide (*Salix viminalis*)

kommt vor allem im Überschwemmungsbereich der großen Stromtalauen des norddeutschen Tieflandes vor, in Süddeutschland vorwiegend in den Flußtälern der Donau, des Rheins und des Mains und ihrer Nebenflüsse. Als Pionierholz wächst sie in Auebüschen und an Bach- und Flußufern auf nährstoffreichen, meist kalkhaltigen Sand- und Schlickböden. An Gräben oder auf nassen Wiesen wird sie als Kopfweide gezogen.

Die selten über 2 m hohe Ohr-Weide (*Salix aurita*) wächst nur auf kalkfreien Ton- und Sandböden und kommt in Mitteleuropa vor allem in den unteren und mittleren Lagen der Silikatgebirge (Schwarzwald), in der norddeutschen Tiefebene auch in Heidemooren vor. Die Schwarz-Weide (*Salix nigricans*) ist überwiegend in den montanen (kühlfeuchten) Kalkgebieten verbreitet, wo sie als Pionier-Strauch auf Kiesbänken, in Weidengebüschen der Bach- und Flußufer und im Auwaldmantel vorkommt.

Die Silber-Weide (*Salix alba*) ist ein über 20 m hoher Baum, der häufig in den periodisch überschwemmten Weichholzlauen der Flüsse und Bäche bestandsbildend ist. Sie wird – meist in Kreuzungen mit der echten Trauerweide (*Salix babylonica*) – im Siedlungsbereich auch als Zierbaum gepflanzt.

Die Kriech-Weide (*Salix repens*) ist ein niedriger, kriechender Strauch der Niedermoore, feuchten Magerrasen und Heiden. Die Sand-Kriechweide (*Salix arenaria*), die manchmal auch als Unterart der vorigen betrachtet wird, besiedelt auch die Dünengebiete der Atlantik-, Nord- und Ostseeküste.

5.8.51 Saxifragaceae, Steinbrechgewächse

Die Steinbrechgewächse sind eine fast weltweit verbreitete Familie, die hauptsächlich aus ausdauernden Kräutern und Sträuchern, selten auch einjährigen Pflanzen oder kleinen Bäumen besteht. Sie umfaßt Stachel- und Johannisbeeren sowie viele beliebte Gartenpflanzen wie die Hortensien und Steinbrecharten.

Die zahlreichen mitteleuropäischen Arten der Gattung *Saxifraga* (Steinbrech) spielen für Wildbienen so gut wie keine Rolle. Die eine oder andere wird ihres Nektars wegen besucht. Vom Knöllchen-Steinbrech (*Saxifraga granulata*) werden von MÜLLER Furchenbienen (*Lasioglossum*) auch als Pollensammler genannt. Mir liegen diesbezüglich bisher keine eindeutigen Belege vor.

Der häufig als »Falscher Jasmin« in Gärten angepflanzte Pfeifenstrauch (*Philadelphus coronarius*)



Eine regelmäßige Besucherin der Blüten der Stachelbeere (*Ribes uva-crispa*) ist die Sandbiene *Andrena fulva*.

mit seinen stark duftenden, großen, weißen Blüten ist eine beliebte Nektarquelle für die verschiedensten Wildbienen. Einige Arten der Gattung *Andrena* (Sandbienen) sollen nach Müller auch als Pollensammler auftreten (KNUTH 1898–1899).

Von der Gattung *Ribes* gibt es mehr als 150 Arten, von denen einige seit dem 16. und 17. Jahrhundert in Kultur sind. Es sind dies vor allem die Stachelbeere (*Ribes uva-crispa*), die Rote Johannisbeere (*Ribes rubrum*) und die Schwarze Johannisbeere (*Ribes nigrum*). Ihre Stammarten kommen bei uns auch wild vor. Für Wildbienen spielen nicht nur die Kulturformen, sondern auch die wildwachsenden und die als Ziersträucher angepflanzten *Ribes*-Arten eine gewisse Rolle. Die vorweiblichen Blüten sondern einen für Insekten leicht zugänglichen Nektar in großen Mengen ab, weswegen Wildbienen der verschiedensten Gattungen beim Nektarbesuch angetroffen werden können. Der grünlich-graue Pollen wird von Hummeln, vor allem aber von Sandbienen (*Andrena*) gesammelt, unter denen *Andrena fulva* und *A. varians* regelmäßig zu beobachten sind.

5.8.52 Scrophulariaceae, Rachenblütler (Braunwurzgewächse)

Die Rachenblütler sind hauptsächlich ein-, zwei- oder mehrjährige (staudige) Kräuter, seltener Holz-

gewächse der nördlich-gemäßigten Zone. Darunter sind viele Zierpflanzen und Heilkräuter (Ehrenpreis, Fingerhut, Löwenmaul). Einige Arten sind Halbschmarotzer, die einen Teil der benötigten Nährstoffe aus den Wurzeln anderer Pflanzen, meist Gräsern, beziehen (Augentrost, Zahntrost, Wachtelweizen, Klappertopf, Läusekraut). Alle Rachenblütler sondern reichlich Nektar ab und sind insektenblütig. Die Unterschiede im Blütenbau der einzelnen Gattungen sind zum Teil erheblich. Sie reichen von offenen, kurzröhrigen Blüten (Ehrenpreis) bis hin zu Blüten mit langen, teils engen Kronröhren. Entsprechend unterschiedlich ist auch die Bedeutung der einzelnen Rachenblütler-Gattungen für Wildbienen.

Die Blüten der *Scrophularia*-Arten (Braunwurz) enthalten reichlich Nektar und werden vorwiegend von Faltenwespen, teils auch von Wildbienen besucht. Pollensammeln wurde nicht beobachtet.

Die meist an sonnigen, trockenen und steinigen Ruderalstellen wachsenden Königskerzen (*Verbascum*) bieten in ihren Blüten keinen Nektar. Von Wildbienen werden sie kaum besucht. Der Pollen, der vor allem in den Morgenstunden zwischen 6 und 10 Uhr dargeboten wird, wird von Honigbienen und Hummeln, selten auch von anderen Bienen gesammelt. Wenn auch nicht als Nahrungspflanzen, so haben Königskerzen doch als Lieferant von Nistmaterial für Wollbienen (*Anthidium*) und als Nist-



Die Sägehornbiene *Melitta tricincta* beim Pollensammeln am Späten Zahntröst (*Odontites rubra*). Beachte die mächtigen Pollenladungen an Tibia und Basitarsus.

platz für markbewohnende Wildbienen eine Bedeutung.

Das Gemeine Leinkraut (*Linaria vulgaris*), das in offenen Wildkrautfluren von Bahnanlagen, Schuttplätzen und an Weg- und Straßenrändern wächst, wird überwiegend von Hummeln besucht.

Die Arten der Gattung *Digitalis* (Fingerhut) sind für Wildbienen insofern von gewisser Bedeutung, weil ihre Blütenstände den Männchen der Wollbiene *Anthidium manicatum* als Territorium dienen, während deren Weibchen vor allem am Roten Fingerhut (*Digitalis purpurea*) und am Wolligen Fingerhut (*Digitalis lanata*) auch Pollen sammeln.

Die Gattung *Veronica* (Ehrenpreis) ist mit rund 80 Arten in Europa sehr artenreich. Der Gamander-Ehrenpreis (*Veronica chamaedrys*), der am häufigsten auf frischen bis mäßig trockenen Glatthaferwiesen vorkommt, wird von zahlreichen Arten der Gattungen *Andrena*, *Halictus*, *Lasioglossum*, *Sphecodes*, *Osmia*, *Nomada* und *Melecta* als Nektarquelle genutzt. Aber auch als Pollenquelle ist er nicht unbeliebt. Für die oligolektische Sandbiene *Andrena viridescens* ist er sogar die Hauptpollenquelle. Ihr Kuckuck, die Wespenbiene *Nomada atroscutellaris*, besucht zur Eigenversorgung bevorzugt ebenfalls diese Ehrenpreis-Art. Daneben wer-

den auch verschiedene kleine bis mittelgroße Arten der Sandbienen (v.a. *Andrena minutula*, *A. labiata*) und Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*) pollensammelnd angetroffen. Der Große Ehrenpreis (*Veronica teucrium*), der an besonnten Stellen von Gebüsch- und Waldrändern und auf Magerrasen wächst, hat wegen seines Nektars und Pollens teilweise die gleichen Besucher wie der Gamander-Ehrenpreis. Der aus Vorderasien stammende, meist auf Parkrasen im Frühling blühende Faden-Ehrenpreis (*Veronica filiformis*) hat wie die übrigen heimischen oder adventiven Ehrenpreis-Arten für Wildbienen keine Bedeutung.

Die Läusekräuter (*Pedicularis*) sind Pflanzen offener, meist mehr oder weniger feuchter Standorte und typische Hummelblumen. Da sie durchweg selbststeril sind, brauchen sie zur Pollenübertragung wegen ihres komplizierten Blütenbaus große Bienen, vorwiegend Hummeln. Nur diese sind durch ihr großes Gewicht und ihre Kräftigkeit in der Lage, die Blüten z.B. des Karlszepters (*Pedicularis sceptrum-carolinum*) zu nutzen, indem sie die aufgerichtete, am Rande mit der Oberlippe verfaltete Unterlippe niederdrücken und sich so Zugang verschaffen. Auch beim Wald-Läusekraut (*Pedicularis sylvatica*) sind nur langrüsslige Bienen zum Nektar-

besuch auf üblichem Wege befähigt. Kurzrüsslige Hummeln (*Bombus terrestris*) gelangen nur durch seitlichen Einbruch an den Nektar.

Die *Rhinanthus*-Arten (Klappertopf) wachsen als einjährige Halbschmarotzer auf grasigen Fluren, Wiesen und Getreidefeldern. Auf mageren Wiesen der Ebene und des Berglandes kann der Klappertopf manchmal massenhaft auftreten. Die Blüten sind vor allem langrüssligen Insekten wie Hummeln und Schmetterlingen zugänglich, sie werden aber auch von Honigbienen besucht. Der weißliche Pollen, v.a. des Zottigen Klappertopfs (*Rhinanthus alectorolophus*) wird vorwiegend von Honigbienen und Hummeln gesammelt. Von anderen Bienenarten liegen bisher keine Pollenbesuche vor.

Von den einheimischen *Odontites*-Arten (Zahn- trost) haben nur spät blühende Arten wegen ihres Nektars einen größeren Besucherkreis. Darunter ist die oligolektische, auf *Odontites* spezialisierte Sägehornbiene *Melitta tricincta*. Aufgrund der Flugzeit dieser Art kommen nur die beiden folgenden, einjährigen Zahntrost-Arten als Nahrungspflanzen in Frage. Die Hauptpollenquelle ist der Späte Zahntrost (*Odontites rubra*), der auf frischen bis feuchten Weiden, an Weg- und Straßenrändern, auf Bauwartungsland und in Kies- und Lehmgruben zerstreut vorkommt. Der wesentlich seltenere Gelbe Zahntrost (*Odontites lutea*), der in lückigen Mager- rasen auf trockenwarmen Hängen und auf Binnen- dünen wächst und auch im Spätsommer blüht, ist die zweite Pollenquelle der *Melitta tricincta*.

Die vorwiegend auf Wiesen wachsenden, einjährigen *Euphrasia*-Arten wie der Wiesen-Augentrost (*Euphrasia rostkoviana*) sondern zwar einen leicht zugänglichen Nektar ab, dieser wird aber nur gelegentlich von Wildbienen genutzt. Auch der Pollen wird nur vereinzelt von polyektischen Arten gesammelt. Es liegen nur wenige Befunde vor, unter denen die Sandbiene *Andrena coitana* den höchsten Anteil hat. Obwohl die Gattungen *Euphrasia* und *Odontites* sehr nah verwandt sind, wird *Euphrasia* (zumindest in Mitteleuropa) von der Sägehornbiene *Melitta tricincta* als Pollenquelle nicht beachtet.

5.8.53 Solanaceae, Nachtschattengewächse

Die weltweit verbreiteten Nachtschattengewächse sind Kräuter, seltener Sträucher oder Bäume. Man kann sie als eine der wirtschaftlich wichtigsten Pflanzenfamilien betrachten. Unter ihnen finden wir nämlich Nutzpflanzen wie Kartoffeln, Tomaten, Paprika und Auberginen sowie Zierpflanzen

wie die Petunien. Eine der bekanntesten und zugleich gesundheitlich schädlichsten Pflanzen, der Tabak, zählt ebenfalls dazu. Viele Arten sind giftig (z. B. Tollkirsche, Bilsenkraut).

Für Wildbienen spielen die Nachtschattengewächse eine fast zu vernachlässigende Rolle. Einige Arten werden als Nektarquellen regelmäßig aufgesucht, wie z. B. der Bocksdorn (*Lycium barbarum*), die Tollkirsche (*Atropa belladonna*) und Nachtschatten- (*Solanum*-)Arten. In den Blüten dieser Pflanzenarten sammeln vereinzelt auch Honigbienen und Hummeln Pollen.

5.8.54 Tamaricaceae, Tamariskengewächse

Die Tamariskengewächse sind eine kleine Familie heidekrautartiger Sträucher und kleiner Bäume. Sie sind hauptsächlich in den gemäßigten und subtropischen Gebieten beheimatet und besiedeln vorwiegend sehr trockene Gebiete und Salzböden. In Mitteleuropa werden Tamarisken (*Tamarix gallica*, *T. africana*) wegen ihrer zierlichen Erscheinung, den kätzchenartigen Blütenständen und schlanken Ästen oft als Ziersträucher gezogen. Auf offenen Kies- und Sandbänken der alpenbürtigen Flüsse, auch in Kiesgruben wächst als blütenreicher Erstbesiedler die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*). Während im Mittelmeerraum und in Nordafrika Tamariskengewächse regelmäßig von verschiedensten Bienenarten zum Nektarsaugen und zum Pollensammeln befliegen werden, liegen mir aus Mitteleuropa bisher keine Pollenbesuche an Tamarisken vor, bei höherer Beobachtungsintensität dürften sie aber nachzuweisen sein.

5.8.55 Tiliaceae, Lindengewächse

Die Lindengewächse sind Bäume und Sträucher, selten auch Kräuter und in tropischen und gemäßigten Gebieten verbreitet. Zu ihnen gehören wichtige Nutzholzlieferanten und beliebte Zierbäume. Jute gewinnt man aus den Bastfasern von *Corchorus capsularis*.

Heimisch sind im Gebiet nur zwei Arten, die Winter-Linde (*Tilia cordata*) und die Sommer-Linde (*Tilia platyphyllos*). Etliche weitere Arten und Bastarde werden als Zierbäume gepflanzt, wie die Silber-Linde (*Tilia tomentosa*) und die Krim-Linde (*Tilia × euchlora*). Für die Imkerei spielen Lindenarten eine wichtige Rolle als ergiebige Nektarspender. Die Nektarsekretion der Linden ist stark ab-

hängig von Bodenfeuchtigkeit und Temperatur. Außer den Hauptzuckern (Fructose, Glucose und Saccharose) wurde im Lindenektar die Zuckerart Mannose nachgewiesen. Sie ist offensichtlich verantwortlich für ein zur Zeit der Lindenblüte immer wieder beobachtetes Honigbienen- und Hummelsterben. Die genauen Ursachen und Zusammenhänge dieses unregelmäßig auftretenden Phänomens sind aber noch nicht ausreichend geklärt. Es soll vor allem in trockenen Jahren auftreten, was sich aber mit meinen eigenen Beobachtungen nicht deckt, denn es begegnete mir auch in regenreichen Sommern. Die Lindenarten, bei denen das Hummelsterben am meisten beobachtet wird, sind in erster Linie *Tilia tomentosa* (Silberlinde) und ihr Kultivar *T. petiolaris* sowie *T. orbicularis* und vereinzelt *T. cordata* (Winter-Linde). Die Schwere der Beeinträchtigung variiert von Sommer zu Sommer und von Ort zu Ort. Offensichtlich kommt es bei den Bienen zu Stoffwechselstörungen, weil sie die Mannose in ihrem Organismus nicht voll abbauen können. Ihnen fehlt das Enzym Mannose-phosphat-isomerase, weswegen Mannose-6-phosphat sich anreichert, was zur Lähmung und innerhalb weniger Stunden zum Tode führt (SOLS et al. 1960, CRANE 1977, MADEL 1977, CHEVALLERIE 1986). Todesfälle anderer Bienenarten sind mir aus dem Freiland nicht bekannt, sie wurden aber für *Hylaeus* (Maskenbienen) und *Andrena* (Sandbienen) im Fütterungsversuch mit Mannose nachgewiesen (STAUDENMEYER 1939). Für diese Wildbienen sind Linden ohnehin weniger bedeutsam als für Honigbienen bzw. die Imkerei (Lindenhonig). Um Beeinträchtigungen von Hummeln zu reduzieren, ist ein reiches Alternativangebot an Nahrungsquellen im Umfeld der Linden während deren Blüte erforderlich. Von Honigbienen wird in den Lindenblüten auch Pollen gesammelt. Als Pollenquelle von Wildbienen ist nur die Winter-Linde belegt.

5.8.56 Valerianaceae, Baldriangewächse

Die Baldriangewächse sind meist Kräuter in erster Linie der nördlichen Hemisphäre und Südamerikas. Die meisten Arten gehören zur Gattung *Valeriana* (Baldrian), die auch in Mitteleuropa vertreten ist. Manche *Valeriana*-Arten zeigen medizinische Eigenschaften. Ihre Extrakte werden als Mittel gegen nervöse Störungen verwendet. Einige Arten von *Valerianella* werden als Feldsalat gegessen. Eine bekannte Gartenzierpflanze ist die Rote Spornblume (*Centranthus ruber*).

Die mitteleuropäischen Arten der Baldriange-

wächse sind nur von geringer Bedeutung für Wildbienen. *Valeriana*-Arten werden als Nektarquelle genutzt. Gelegentlich sammeln ausgesprochen polylektische Bienenarten der Gattungen *Andrena*, *Halictus* und *Lasioglossum* auch Pollen.

5.8.57 Violaceae, Veilchengewächse

Die Veilchengewächse sind weltweit verbreitete, meist ausdauernde Kräuter, in den Gebirgen Süd- und Mittelamerikas auch Bäume und Stäucher, zu denen beliebte Zierpflanzen wie die Veilchen und die formenreichen Stiefmütterchen gehören. In Mitteleuropa ist die Gattung *Viola* mit mehreren Arten vertreten, die für Wildbienen allerdings kaum von Bedeutung sind.

Der Nektar der manchmal stark duftenden Blüten (März-Veilchen, *Viola odorata*) wird in einen Sporn abgesondert, der für langrüsslige Falter und Hummeln gut erreichbar ist, aber auch andere Wildbienen versuchen zuweilen, an den Nektar zu gelangen. Kurzrüsslige Hummeln beißen den Sporn gelegentlich an und rauben Nektar. Trotz des langen Sporns werden wildwachsende und auch die Gartenstiefmütterchen von Honigbienen als Nektar- und Pollenquelle besucht. Die großen und auffälligen Pollenkörner fand ich bisher aber weder in der Pollenladung einer Wildbiene, noch liegen mir zweifelsfreie Beobachtungen von Pollenbesuchen vor.

5.8.58 Vitaceae, Rebengewächse

Die Rebengewächse sind überwiegend Kletterpflanzen, sie enthalten aber auch einige Sträucher. Ihr bekanntester Vertreter ist der Weinstock (*Vitis vinifera*), der eine der ältesten Kulturpflanzen überhaupt ist. Manche werden als Zierpflanzen gezogen wie einige *Vitis*- und *Parthenocissus*-Arten.

In den Auwäldern der mitteleuropäischen Ströme findet sich noch zerstreut die Wild-Rebe (*Vitis sylvestris*), aber auch die Wein-Rebe (*Vitis vinifera*) ist in Europa heimisch. Die unscheinbaren, gelblich-grünen Blüten locken durch ihren prachtvollen Duft Insekten an. Nektarabsonderung und Insektenbesuch sind aber weitgehend von klimatischen Faktoren abhängig. Die Nektarabsonderung scheint nur bei höheren Temperaturen stattzufinden. Ein reger Honigbienenbesuch kann daher in manchen Jahren beobachtet werden. Die Pollenproduktion der Rebe ist spärlich. Von Honigbienen wird der grünlich-gelbe Pollen manchmal reichlich gesammelt. Auch Hummeln wurden als vereinzelte Pollensammler

festgestellt. Dennoch muß die Bedeutung der Reben als Nahrungsquelle von Wildbienen zumindest im mitteleuropäischen Raum als gering eingeschätzt werden. Der zur Begrünung von Hauswänden häufig angepflanzte Wilde Wein (*Parthenocissus quinquefolia*) wird regelmäßig, vor allem in größeren Städten, von der Honigbiene besucht. Für Wildbienen ist er wie auch die anderen *Parthenocissus*-Arten zumindest als Pollenquelle bedeutungslos.

5.9 Liste der Pollenquellen

Die folgende Liste enthält alle Pflanzenarten, die im süddeutschen Raum, teils auch darüber hinaus, als Pollenquellen von Wildbienen belegt sind, Gartenpflanzen eingeschlossen. Ihr liegen rund 4000 eigene Analysen von Pollenladungen und Brutzellen-Inhalten von 270 Bienenarten zugrunde. Berücksichtigt wurden auch die auf Pollenanalysen beruhenden Angaben von ANASIEWICZ & WARAKOMSKA (1971), BRAUN (1985), CHAMBERS (1945, 1946, 1968), CORREIA (1981), DINGEMANS-BAKELS (1972), KÄPYLÄ (1978b), NUSSE (1984), POURSIEN (1982), SCHMIDT (mündl. Mitt.), TASEI (1973a, 1976). Mehrere tausend eigene Feldbeobachtungen über zweifelsfrei pollensammelnde Weibchen sind mit aufgenommen. Die Arten der Gattung *Bombus* (Hummeln) sind wegen ihrer ausgesprochenen Polylektie nicht, die der Gattung *Hylaeus* (Maskenbienen) aufgrund methodischer Schwierigkeiten (Kropfsammler) nur teilweise berücksichtigt. Besonders bei polylektischen Arten wird das Spektrum der von ihnen genutzten Pollenquellen bei weiterer Beobachtung noch zu ergänzen sein.

Die Bienenarten, die eine entsprechende Pflanzenart als Pollenquelle nutzen, sind in drei Gruppen aufgeteilt:

1) unmittelbar unter dem Pflanzennamen werden – durch * gekennzeichnet – die streng oligolektischen Arten genannt, also die Arten, die i. d. R. auf die Gattung, zu der die genannte Pflanzenart gehört, spezialisiert sind.

2) danach folgen – mit ° gekennzeichnet – die oligolektischen Arten, also die Arten, die auf die Familie, zu der die genannte Pflanzenart gehört, spezialisiert sind.

3) Nach diesen Spezialisten folgen als dritte Gruppe die polylektischen Arten, also die Generalisten, die die genannte Pflanzenart neben Vertretern anderer Pflanzenfamilien nutzen. Sind von der Pflanzenart keine Spezialisten bekannt, werden nur die Generalisten aufgeführt. Arten, deren Speziali-

sierung noch zweifelhaft ist, werden ebenfalls unter den Generalisten genannt.

War bei der Pollenanalyse nur die Pflanzengattung zu ermitteln, wird die Bienenart unter dem Gattungsnamen (z. B. *Campanula spec.*) eingereiht. Die Reihenfolge der Pflanzen wie der Bienen erfolgt jeweils alphabetisch.

Acer campestre, Feld-Ahorn

Andrena barbilabris

Andrena bucephala

Andrena chrysosceles

Andrena congruens

Andrena ferox

Andrena flavipes

Andrena fulva

Andrena fulvida

Andrena haemorrhoea

Andrena jacobii

Andrena minutula

Andrena minutuloides

Andrena nitida

Andrena tibialis

Lasioglossum pauxillum

Osmia rufa

Acer platanoides, Spitz-Ahorn

Andrena nitida

Andrena tibialis

Osmia cornuta

Osmia rufa

Acer pseudoplatanus, Berg-Ahorn

Andrena barbilabris

Andrena bucephala

Andrena flavipes

Andrena fulva

Andrena haemorrhoea

Andrena rogenhoferi

Andrena rugulosa

Andrena synadelpha

Andrena thoracica

Andrena tibialis

Andrena varians

Lasioglossum marginatum

Lasioglossum subfasciatum

Osmia cornuta

Osmia rufa

Achillea filipendulina, Gold-Schafgarbe

°*Colletes daviesanus*

°*Heriades truncorum*

°*Hylaeus nigrinus*

Achillea millefolium, Wiesen-Schafgarbe

°*Andrena denticulata*

°*Colletes daviesanus*

°*Colletes fodiens*

- ° *Colletes similis*
- ° *Heriades truncorum*
- ° *Hylaeus nigrinus*
- ° *Osmia spinulosa*
- Andrena chrysopyga*
- Andrena combinata*
- Andrena dorsata*
- Andrena flavipes*
- Andrena gravida*
- Andrena minutula*
- Andrena schencki*
- Halictus maculatus*
- Lasioglossum aeratum*
- Lasioglossum albipes*
- Lasioglossum calceatum*
- Lasioglossum interruptum*
- Lasioglossum leucozonium*
- Lasioglossum lineare*
- Lasioglossum lucidulum*
- Lasioglossum morio*
- Lasioglossum malachurum*
- Lasioglossum politum*
- Lasioglossum punctatissimum*
- Lasioglossum sexnotatum*
- Lasioglossum zonulum*
- Acinos arvensis, Steinquendel
- ° *Osmia andrenoides*
- Adonis vernalis, Frühlings-Adonisröschen
- Lasioglossum calceatum*
- Osmia bicolor*
- Aegopodium podagraria, Giersch
- ° *Andrena proxima*
- ° *Andrena rosae*
- Andrena barbilabris*
- Andrena carbonaria*
- Andrena chrysosceles*
- Andrena combinata*
- Andrena haemorrhoa*
- Andrena hypopolia*
- Andrena jacobi*
- Andrena minutula*
- Andrena minutuloides*
- Andrena nana*
- Andrena saundersella*
- Lasioglossum pauxillum*
- Aesculus hippocastanum, Roßkastanie
- Andrena nitida*
- Ajuga genevensis, Genfer Günsel
- ° *Osmia andrenoides*
- Anthophora aestivalis*
- Anthophora crinipes*
- Osmia bicolor*
- Osmia rufa*
- Xylocopa iris*
- Ajuga reptans, Kriechender Günsel
- Anthophora acervorum*
- Anthophora aestivalis*
- Anthophora crinipes*
- Anthophora retusa*
- Megachile parietina*
- Osmia aurulenta*
- Osmia bicolor*
- Osmia caerulescens*
- Osmia mustelina*
- Osmia pilicornis*
- Osmia rufa*
- Alliaria petiolata, Knoblauchsrauke
- Andrena flavipes*
- Allium cepa, Küchenzwiebel
- * *Hylaeus punctulatissimus*
- Andrena bimaculata*
- Andrena carbonaria*
- Andrena thoracica*
- Lasioglossum punctatissimum* *
- Allium giganteum, Riesen-Lauch
- * *Hylaeus punctulatissimus*
- Allium montanum, Berg-Lauch
- * *Hylaeus punctulatissimus*
- Lasioglossum marginatum*
- Allium porrum, Küchenlauch
- * *Hylaeus punctulatissimus*
- Lasioglossum nitidulum*
- Allium rotundum, Runder Lauch
- * *Hylaeus punctulatissimus*
- Allium sphaerocephalon, Kugel-Lauch
- * *Hylaeus punctulatissimus*
- Andrena limata*
- Megachile rotundata*
- Allium ursinum, Bär-Lauch
- Andrena helvola*
- Andrena nitida*
- Alnus glutinosa, Schwarz-Erle
- Andrena haemorrhoa*
- Althaea officinalis, Echter Eibisch
- ° *Tetralonia macroglossa*
- Alyssum montanum, Berg-Steinkraut
- ° *Andrena lagopus*
- ° *Andrena tscheki*
- Andrena dorsata*
- Andrena flavipes*
- Andrena haemorrhoa*
- Lasioglossum nitidiusculum*
- Lasioglossum nitidulum*
- Alyssum saxatile, Felsen-Steinkraut
- ° *Andrena tscheki*
- Andrena dorsata*
- Andrena flavipes*
- Lasioglossum nitidulum*

Amelanchier canadensis, Kanadische Felsenbirne

Andrena fulva

Anchusa officinalis, Gewöhnliche Ochsenzunge

* *Andrena nasuta*

* *Colletes nasutus*

Anthophora acervorum

Anthophora aestivalis

Anthophora bimaculata

Anthophora quadrifasciata

Anthophora quadrimaculata

Anemone nemorosa, Busch-Windröschen

Osmia bicolor

Angelica sylvestris, Wald-Engelwurz

° *Andrena nitidiuscula*

Andrena alfenella

Andrena coitana

Andrena minutula

Andrena minutuloides

Andrena nitida

Lasioglossum laevigatum

Lasioglossum malachurum

Anthemis arvensis, Acker-Hundskamille

° *Colletes daviesanus*

° *Heriades truncorum*

° *Hylaeus nigrinus*

° *Osmia spinulosa*

Andrena flavipes

Anthemis tinctoria, Färberkamille

° *Colletes daviesanus*

° *Colletes fodiens*

° *Colletes similis*

° *Heriades truncorum*

° *Hylaeus nigrinus*

° *Osmia spinulosa*

Halictus maculatus

Anthericum ramosum, Ästige Graslinie

Halictus maculatus

Lasioglossum calceatum

Anthriscus sylvestris, Wiesen-Kerbel

° *Andrena proxima*

° *Andrena rosae*

Andrena anthrisci

Andrena barbilabris

Andrena chrysopyga

Andrena chrysosceles

Andrena combinata

Andrena congruens

Andrena dorsata

Andrena flavipes

Andrena haemorrhoa

Andrena hypopolia

Andrena minutula

Andrena nana

Andrena nigroaenea

Andrena saundersella

Andrena varians

Lasioglossum albipes

Lasioglossum laticeps

Lasioglossum malachurum

Lasioglossum minutulum

Lasioglossum nitidiusculum

Lasioglossum nitidulum

Lasioglossum politum

Lasioglossum subfasciatum

Osmia bicolor

Anthyllis vulneraria, Gewöhnlicher Wundklee

Anthophora aestivalis

Asparagus officinalis, Spargel

* *Andrena chrysopus*

Lasioglossum sexnotatum

Lasioglossum zonulum

Asphodelus cerasifer, Affodil

Megachile circumcincta

Aster amellus, Herbst-Aster

° *Osmia spinulosa*

Aster tripolium, Strand-Aster

° *Colletes halophilus*

Astragalus onobrychis, Esparsetten-Tragant

° *Melitturga clavicornis*

Anthophora aestivalis

Aubrieta deltoidea, Blaukissen

* *Andrena tscheki*

Andrena flavipes

Ballota nigra, Schwarznessel

° *Anthophora furcata*

° *Rophites quinquespinosus*

Anthidium manicatum

Anthophora crassipes

Anthophora pubescens

Anthophora quadrifasciata

Anthophora quadrimaculata

Barbarea verna, Frühes Barbarakraut

Andrena bicolor

Barbarea vulgaris, Echtes Barbarakraut

° *Andrena agilissima*

° *Andrena distinguenda*

° *Andrena lagopus*

° *Andrena tscheki*

Andrena carbonaria

Andrena chrysosceles

Andrena flavipes

Andrena fucata

Andrena haemorrhoa

Andrena labiata

Andrena varians

Lasioglossum sexnotatum

Bellis perennis, Gänseblümchen

Andrena haemorrhoa

Andrena minutula
Halictus tumulorum
Lasioglossum albipes
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum minutissimum
Lasioglossum morio
 Berberis vulgaris, Berberitze
Andrena bicolor
Andrena fulva
Andrena varians
 Berteroa incana, Graukresse
Andrena carbonaria
Andrena flavipes
Andrena floricola
Andrena nigroaenea
Halictus leucaheneus
Halictus tumulorum
Lasioglossum morio
 Betula spec., Birke
Lasioglossum pygmaeum
 Betula pendula, Hängebirke
Andrena fulvata
Andrena limata
Andrena varians
 Biscutella laevigata, Brillenschote
Andrena nana
 Brassica napus, Raps
 ° *Andrena agilissima*
 ° *Andrena distinguenda*
 ° *Andrena niveata*
 ° *Andrena suerinensis*
 ° *Osmia brevicornis*
Andrena alfkenella
Andrena angustior
Andrena argentata
Andrena barbilabris
Andrena bicolor
Andrena bimaculata
Andrena carbonaria
Andrena chrysosceles
Andrena cineraria
Andrena combinata
Andrena congruens
Andrena dorsata
Andrena flavipes
Andrena floricola
Andrena fucata
Andrena fulva
Andrena fulvida
Andrena haemorrhoa
Andrena hypopolia
Andrena jacobi
Andrena labiata
Andrena limata

Andrena minutula
Andrena minutuloides
Andrena nana
Andrena nigroaenea
Andrena nitida
Andrena schencki
Andrena synadelpha
Andrena tibialis
Andrena varians
Halictus confusus
Halictus leucaheneus
Halictus maculatus
Halictus rubicundus
Halictus tumulorum
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum fulvicorne
Lasioglossum interruptum
Lasioglossum laevigatum
Lasioglossum laticeps
Lasioglossum lineare
Lasioglossum lucidulum
Lasioglossum malachurum
Lasioglossum morio
Lasioglossum nigripes
Lasioglossum nitidiusculum
Lasioglossum nitidulum
Lasioglossum pauxillum
Lasioglossum politum
Lasioglossum subfasciatum
Lasioglossum xanthopus
Lasioglossum zonulum
Osmia bicolor
Osmia cornuta
Osmia rufa
 Brassica nigra, Schwarzer Senf
 ° *Osmia brevicornis*
Andrena carbonaria
 Brassica oleracea, Gemüse-Kohl
 ° *Osmia brevicornis*
Andrena bicolor
Andrena carbonaria
Andrena flavipes
Lasioglossum morio
Osmia maritima
 Brassica rapa, Rübsen
 ° *Andrena agilissima*
 ° *Andrena distinguenda*
 ° *Andrena suerinensis*
 ° *Osmia brevicornis*
Andrena alfkenella
Andrena enslinella
Andrena carbonaria
Andrena chrysosceles
Andrena dorsata

- Andrena floricola*
Andrena fulva
Andrena haemorrhoa
Andrena rugulosa
Osmia bicolor
 Bryonia alba, Weiße Zaunrube
 * *Andrena florea*
 Bryonia dioica, Zweihäusige Zaunrube
 * *Andrena florea*
 Andrena bicolor
 Andrena dorsata
 Andrena flavipes
 Andrena nigroaenea
 Lasioglossum sexstrigatum
 Brunia orientalis, Orientalisches Zäckenschötchen
 Andrena chrysosceles
 Andrena dorsata
 Andrena gravida
 Andrena haemorrhoa
 Andrena minutula
 Lasioglossum nitidulum
 Buphthalmum salicifolium, Weidenblättriges
 Ochsenauge
 ° *Heriades truncorum*
 ° *Osmia spinulosa*
 Osmia aurulenta
 Buphthalmum speciosum, Telekie
 ° *Heriades truncorum*
 Buxus sempervirens, Buchsbaum
 Andrena fulva
 Calendula officinalis, Garten-Ringelblume
 ° *Heriades truncorum*
 Halictus tumulorum
 Calluna vulgaris, Heidekraut
 ° *Andrena fuscipes*
 ° *Colletes succinctus*
 Andrena argentata
 Andrena dorsata
 Andrena nigriceps
 Anthophora bimaculata
 Halictus leucaneus
 Lasioglossum fulvicorne
 Calystegia sepium, Zaunwinde
 Halictus scabiosae
 Campanula spec., Glockenblume
 Andrena thoracica
 Dufourea alpina
 Lasioglossum lissonotum
 Megachile circumcincta
 Campanula bononiensis, Bologneser
 Glockenblume
 * *Chelostoma campanularum*
 * *Chelostoma distinctum*
 * *Chelostoma fuliginosum*
 * *Melitta haemorrhoidalis*
 * *Melitta haemorrhoidalis*
 Campanula carpatica, Karpaten-Glockenblume
 * *Chelostoma fuliginosum*
 Megachile willughbiella
 Campanula cochleariifolia, Zwerg-Glockenblume
 * *Dufourea dentiventris*
 Campanula glomerata, Büschel-Glockenblume
 * *Andrena curvungula*
 * *Andrena pandellei*
 * *Chelostoma fuliginosum*
 * *Dufourea dentiventris*
 * *Melitta haemorrhoidalis*
 * *Osmia mitis*
 Andrena bicolor
 Lasioglossum costulatum
 Megachile lagopoda
 Osmia papaveris
 Campanula isophylla
 * *Chelostoma fuliginosum*
 Megachile willughbiella
 Campanula medium, Marien-Glockenblume
 Megachile willughbiella
 Campanula patula, Wiesen-Glockenblume
 * *Andrena curvungula*
 * *Andrena pandellei*
 * *Andrena rufizona*
 * *Osmia mitis*
 Andrena bicolor
 Andrena fulvula
 Halictus tumulorum
 Lasioglossum leucozonium
 Lasioglossum xanthopus
 Campanula persicifolia, Pfirsichblättrige
 Glockenblume
 * *Andrena curvungula*
 * *Andrena pandellei*
 * *Chelostoma campanularum*
 * *Chelostoma fuliginosum*
 * *Melitta haemorrhoidalis*
 Andrena bicolor
 Megachile willughbiella
 Lasioglossum costulatum
 Campanula poscharskyana
 * *Andrena curvungula*
 * *Chelostoma fuliginosum*
 Andrena bicolor
 Lasioglossum nitidulum
 Megachile willughbiella
 Campanula rapunculoides, Acker-Glockenblume
 * *Andrena rufizona*
 * *Chelostoma campanularum*
 * *Chelostoma distinctum*
 * *Chelostoma fuliginosum*
 * *Melitta haemorrhoidalis*

- *Osmia mitis*
Andrena bicolor
Lasioglossum costulatum
 Campanula rapunculus, Rapunzel-Glockenblume
**Andrena curvungula*
**Andrena pandellei*
**Chelostoma campanularum*
**Melitta haemorrhoidalis*
Andrena bicolor
Lasioglossum costulatum
 Campanula rhomboidalis, Rautenblättrige
 Glockenblume
**Chelostoma fuliginosum*
 Campanula rotundifolia, Rundblättrige
 Glockenblume
**Andrena curvungula*
**Andrena rufizona*
**Chelostoma campanularum*
**Chelostoma distinctum*
**Chelostoma fuliginosum*
**Dufourea dentiventris*
**Dufourea inermis*
**Melitta haemorrhoidalis*
**Osmia mitis*
Andrena bicolor
Andrena coitana
Andrena flavipes
Ceratina cyanea
Hylaeus difformis
Lasioglossum albipes
Lasioglossum convexiusculum
Lasioglossum costulatum
Lasioglossum morio
Lasioglossum parvulum
Lasioglossum zonulum
Megachile analis
Megachile lagopoda
Megachile willughbiella
Osmia papaveris
 Campanula sibirica, Sibirische Glockenblume
**Andrena curvungula*
**Andrena pandellei*
Lasioglossum costulatum
 Campanula spicata, Ährige Glockenblume
**Andrena rufizona*
**Osmia mitis*
 Campanula trachelium, Nesselblättrige
 Glockenblume
**Andrena rufizona*
**Chelostoma campanularum*
**Chelostoma fuliginosum*
**Dufourea dentiventris*
**Dufourea inermis*
**Melitta haemorrhoidalis*
- *Osmia mitis*
Andrena bicolor
Andrena coitana
Halictus tumulorum
Lasioglossum costulatum
Lasioglossum leucozonium
Megachile willughbiella
 Capsella bursa-pastoris, Hirtentäschel
°Andrena distinguenda
°Andrena tscheki
Andrena floricola
Andrena florivaga
 Cardamine pratensis, Wiesen-Schaumkraut
°Andrena lagopus
°Andrena tscheki
Andrena alfkenella
Andrena bicolor
Andrena chrysosceles
Andrena cineraria
Andrena dorsata
Andrena fulvata
Andrena gravida
Andrena minutula
Andrena nitida
Andrena rugulosa
Andrena thoracica
Halictus confusus
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum laticeps
Lasioglossum pauxillum
Lasioglossum subfasciatum
 Cardaria draba, Pfeilkresse
°Andrena distinguenda
°Andrena niveata
Andrena alfkenella
Andrena carbonaria
Andrena cineraria
Andrena dorsata
Andrena enslinella
Andrena floricola
Andrena labiata
Andrena minutula
Andrena minutuloides
Andrena nana
Andrena nigroaenea
Andrena rugulosa
 Carduus acanthoides, Weg-Distel
°Tetralonia dentata
Osmia aurulenta
 Carduus crispus, Krause Distel
°Heriades truncorum
°Osmia fulviventris
°Osmia leaiana
°Osmia spinulosa

Lasioglossum leucozonium
Megachile lagopoda
 Carduus defloratus, Alpen-Distel
 ° *Osmia fulviventris*
 ° *Osmia villosa*
 Carduus nutans, Nickende Distel
 ° *Osmia fulviventris*
 ° *Osmia leaiana*
Halictus quadricinctus
Xylocopa violacea
 Carlina vulgaris, Gold-Distel
 Megachile centuncularis
 Carpinus betulus, Hainbuche
 Osmia rufa
 Carum carvi, Kümmel
 Andrena minutula
 Centaurea spec., Flockenblume
 Nomioides minutissimus
 Centaurea cyanus, Kornblume
 Andrena nigriceps
 Anthophora bimaculata
 Ceratina callosa
 Ceratina cyanea
 Halictus scabiosae
 Lasioglossum clypeare
 Lasioglossum convexiusculum
 Osmia papaveris
 Centaurea jacea, Wiesen-Flockenblume
 ° *Andrena denticulata*
 ° *Andrena fulvago*
 ° *Anthidium lituratum*
 ° *Dasygaster hirtipes*
 ° *Osmia fulviventris*
 ° *Osmia leaiana*
 ° *Osmia spinulosa*
 Andrena carbonaria
 Andrena coitana
 Andrena flavipes
 Andrena nigriceps
 Andrena schencki
 Andrena thoracica
 Ceratina cyanea
 Halictus maculatus
 Halictus quadricinctus
 Halictus rubicundus
 Halictus scabiosae
 Halictus sexcinctus
 Halictus simplex
 Halictus subauratus
 Halictus tumulorum
 Lasioglossum albipes
 Lasioglossum calceatum
 Lasioglossum clypeare
 Lasioglossum leucozonium

Lasioglossum lucidulum
Lasioglossum malachurum
Lasioglossum nigripes
Lasioglossum nitidiusculum
Lasioglossum nitidulum
Lasioglossum sexnotatum
Lasioglossum villosulum
Megachile centuncularis
Megachile lagopoda
Megachile melanopyga
Megachile versicolor
Osmia claviventris
Osmia papaveris
 Centaurea montana, Berg-Flockenblume
 Lasioglossum calceatum
 Centaurea nigra, Schwarze Flockenblume
 Andrena coitana
 Centaurea paniculata, Rispen-Flockenblume
 ° *Andrena denticulata*
 ° *Anthidium lituratum*
 ° *Dasygaster hirtipes*
 ° *Heriades crenulatus*
 ° *Heriades truncorum*
 ° *Osmia fulviventris*
 ° *Tetralonia dentata*
 Andrena assimilis
 Andrena carbonaria
 Andrena flavipes
 Andrena limata
 Andrena morio
 Andrena thoracica
 Anthophora bimaculata
 Anthophora quadrifasciata
 Ceratina callosa
 Ceratina cucurbitina
 Ceratina cyanea
 Halictus leucaneus
 Halictus quadricinctus
 Halictus scabiosae
 Halictus sexcinctus
 Halictus subauratus
 Lasioglossum albipes
 Megachile apicalis
 Megachile lagopoda
 Megachile maritima
 Megachile melanopyga
 Megachile centuncularis
 Centaurea pseudophrygia, Perücken-Flockenblume
 ° *Osmia villosa*
 Centaurea scabiosa, Skabiosen-Flockenblume
 ° *Anthidium lituratum*
 ° *Dasygaster hirtipes*
 ° *Heriades crenulatus*

- ° *Hylaeus nigrinus*
- ° *Osmia fulviventris*
- ° *Osmia spinulosa*
- ° *Tetralonia dentata*
- Andrena assimilis*
- Andrena carbonaria*
- Andrena coitana*
- Anthophora bimaculata*
- Ceratina callosa*
- Halictus maculatus*
- Halictus quadricinctus*
- Halictus rubicundus*
- Halictus scabiosae*
- Halictus sexcinctus*
- Halictus smaragdulus*
- Halictus subauratus*
- Halictus tumulorum*
- Lasioglossum albipes*
- Lasioglossum albocinctum*
- Lasioglossum calceatum*
- Lasioglossum clypeare*
- Lasioglossum convexusculum*
- Lasioglossum majus*
- Lasioglossum subfasciatum*
- Megachile lagopoda*
- Megachile ligniseca*
- Megachile maritima*
- Megachile melanopyga*
- Osmia papaveris*
- Centaurea solstitialis, Sonnenwend-Flockenblume
- Halictus quadricinctus*
- Halictus scabiosae*
- Cerastium holosteoides, Gemeines Hornkraut
- Andrena labiata*
- Cerinth major, Große Wachsblume
- * *Osmia cerinthidis*
- Cerinth minor, Kleine Wachsblume
- * *Osmia cerinthidis*
- Osmia rufa*
- Chaerophyllum temulum, Hecken-Kälberkropf
- ° *Andrena proxima*
- Andrena barbilabris*
- Andrena chrysosceles*
- Andrena cineraria*
- Andrena fucata*
- Andrena haemorrhoea*
- Andrena jacobi*
- Andrena nigroaenea*
- Andrena synadelpha*
- Chamaecytisus ratisbonensis, Regensburger
Geißklee
- * *Andrena ratisbonensis*
- Chamaespartium sagittale, Flügel-Ginster
- ° *Andrena wilkella*
- Osmia aurulenta*
- Cheiranthus cheiri, Goldlack
- ° *Osmia brevicornis*
- Osmia rufa*
- Chelidonium majus, Schöllkraut
- Andrena nigroaenea*
- Lasioglossum zonulum*
- Chondrilla juncea, Binsen-Knorpelsalat
- ° *Dasypoda hirtipes*
- Cichorium intybus, Wegwarte
- ° *Andrena denticulata*
- ° *Andrena polita*
- ° *Dasypoda hirtipes*
- ° *Heriades truncorum*
- ° *Osmia leaiana*
- ° *Osmia spinulosa*
- ° *Osmia villosa*
- ° *Panurgus banksianus*
- ° *Panurgus calcaratus*
- ° *Panurgus dentipes*
- Andrena coitana*
- Andrena limata*
- Halictus quadricinctus*
- Halictus rubicundus*
- Halictus scabiosae*
- Halictus sexcinctus*
- Halictus simplex*
- Halictus subauratus*
- Halictus tumulorum*
- Lasioglossum albipes*
- Lasioglossum calceatum*
- Lasioglossum fulvicorne*
- Lasioglossum laeve*
- Lasioglossum leucozonium*
- Lasioglossum limbellum*
- Lasioglossum lineare*
- Lasioglossum malachurum*
- Lasioglossum morio*
- Lasioglossum nigripes*
- Lasioglossum nitidulum*
- Lasioglossum pauxillum*
- Lasioglossum politum*
- Lasioglossum punctatissimum*
- Lasioglossum villosulum*
- Lasioglossum zonulum*
- Megachile centuncularis*
- Osmia papaveris*
- Cirsium arvense, Acker-Kratzdistel
- ° *Osmia fulviventris*
- ° *Osmia leaiana*
- ° *Osmia spinulosa*
- Andrena carbonaria*
- Halictus rubicundus*
- Halictus sexcinctus*

- Halictus subauratus*
Halictus tumulorum
Lasioglossum laevigatum
Lasioglossum pauxillum
Cirsium eriophorum, Wollköpfige Kratzdistel
Megachile maritima
Cirsium palustre, Sumpf-Kratzdistel
Andrena nigriceps
Halictus sexcinctus
Cirsium vulgare, Gewöhnliche Kratzdistel
° *Andrena denticulata*
° *Anthidium lituratum*
° *Dasypoda hirtipes*
° *Heriades crenulatus*
° *Heriades truncorum*
° *Osmia fulviventris*
° *Osmia leaiana*
° *Osmia spinulosa*
° *Osmia villosa*
Andrena coitana
Andrena flavipes
Andrena limata
Andrena morio
Andrena nigriceps
Andrena thoracica
Anthophora bimaculata
Anthophora quadrifasciata
Halictus maculatus
Halictus quadricinctus
Halictus rubicundus
Halictus scabiosae
Halictus sexcinctus
Halictus subauratus
Halictus tumulorum
Lasioglossum albipes
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum malachurum
Lasioglossum nitidulum
Lasioglossum pauxillum
Lasioglossum puncticolle
Megachile alpicola
Megachile centuncularis
Megachile lagopoda
Megachile ligniseca
Megachile maritima
Megachile melanopyga
Megachile pilidens
Megachile versicolor
Megachile willughbiella
Clematis vitalba, Gewöhnliche Waldrebe
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum malachurum
Clinopodium vulgare, Wirbeldost
° *Rophites algius*
Osmia caerulescens
Conium maculatum, Schierling
° *Andrena proxima*
Consolida regalis, Acker-Rittersporn
Lasioglossum nitidulum
Lasioglossum pauxillum
Convallaria majalis, Maiglöckchen
Osmia tuberculata
Convolvulus arvensis, Acker-Winde
° *Systropha curvicornis*
° *Systropha planidens*
Andrena bicolor
Andrena flavipes
Ceratina callosa
Halictus quadricinctus
Halictus scabiosae
Halictus sexcinctus
Halictus subauratus
Halictus tumulorum
Lasioglossum leucozonium
Lasioglossum malachurum
Lasioglossum morio
Lasioglossum nigripes
Lasioglossum villosulum
Osmia papaveris
Cornus sanguinea, Roter Hartriegel
Andrena barbilabris
Andrena chrysosceles
Andrena fulvida
Andrena jacobi
Andrena nitida
Andrena schencki
Lasioglossum laevigatum
Osmia uncinata
Coronilla varia, Bunte Kronwicke
° *Megachile ericetorum*
° *Trachusa byssina*
Anthidium manicatum
Megachile centuncularis
Megachile circumcincta
Megachile maritima
Osmia caerulescens
Osmia claviventris
Xylocopa iris
Corydalis cava, Hohler Lerchensporn
Osmia cornuta
Corydalis lutea, Gelber Lerchensporn
Osmia cornuta
Corydalis solida, Fester Lerchensporn
Anthophora acervorum
Osmia cornuta
Cotoneaster dammeri, Teppich-Zwergmispel
Andrena jacobi
Andrena nitida

Cotoneaster integerrimus, Gewöhnliche

Zwergmispel

Andrena fulva

Crataegus spec., Weißdorn

Halictus maculatus

Osmia rufa

Crataegus laevigata, Zweigriffliger Weißdorn

Andrena argentata

Andrena bicolor

Andrena bucephala

Andrena chrysosceles

Andrena eximia

Andrena ferox

Andrena flavipes

Andrena fulva

Andrena fulvata

Andrena haemorrhoa

Andrena jacobi

Andrena minutula

Andrena nigroaenea

Andrena pusilla

Andrena synadelpha

Andrena varians

Crataegus monogyna, Eingrifflicher Weißdorn

Andrena barbilabris

Andrena jacobi

Andrena labiata

Andrena synadelpha

Andrena varians

Osmia cornuta

Crepis spec., Pippau

°*Panurgus banksianus*

Andrena coitana

Crepis biennis, Wiesen-Pippau

°*Andrena fulvago*

°*Andrena humilis*

°*Osmia fulviventris*

°*Osmia leaiana*

°*Osmia spinulosa*

°*Osmia villosa*

Andrena barbilabris

Andrena chrysosceles

Andrena dorsata

Andrena labiata

Andrena minutula

Andrena minutuloides

Andrena nigroaenea

Halictus maculatus

Lasioglossum albipes

Lasioglossum leucozonium

Lasioglossum villosulum

Lasioglossum zonulum

Crepis capillaris, Grüner Pippau

°*Heriades truncorum*

°*Osmia leaiana*

Andrena bicolor

Halictus scabiosae

Cytisus scoparius, Besenginster

°*Andrena wilkella*

Osmia bicolor

Daucus carota, Wilde Möhre

°*Andrena nitidiuscula*

°*Andrena pallitarsis*

°*Andrena proxima*

°*Andrena rosae*

Andrena alfkenella

Andrena argentata

Andrena coitana

Andrena congruens

Andrena hypopolia

Andrena minutula

Andrena minutuloides

Andrena nana

Andrena nanula

Andrena nuptialis

Halictus maculatus

Halictus smaragdulus

Halictus subauratus

Lasioglossum aeratum

Lasioglossum albipes

Lasioglossum laeve

Lasioglossum laticeps

Lasioglossum lucidulum

Lasioglossum nitidiusculum

Lasioglossum politum

Dianthus spec., Nelke

Ceratina cyanea

Dianthus carthusianorum, Karthäuser-Nelke

Andrena coitana

Andrena nigriceps

Ceratina callosa

Digitalis lanata, Wolliger Fingerhut

Anthidium manicatum

Digitalis purpurea, Roter Fingerhut

Anthidium manicatum

Dorycnium germanicum, Deutscher Backenklee

°*Melitta leporina*

Andrena flavipes

Andrena ovatula

Echinops sphaerocephalus, Kugeldistel

°*Osmia fulviventris*

°*Osmia leaiana*

°*Osmia spinulosa*

Halictus scabiosae

Halictus tumulorum

Megachile lagopoda

Echium plantagineum, Violetter Natterkopf

**Osmia adunca*

Echium vulgare, Gewöhnlicher Natterkopf

* *Osmia adunca*

* *Osmia anthocopoides*

* *Osmia lepeletieri*

Andrena assimilis

Anthophora bimaculata

Anthophora crassipes

Anthophora crinipes

Anthophora fulvitaris

Anthophora plagiata

Anthophora pubescens

Anthophora quadrifasciata

Anthophora quadrimaculata

Ceratina callosa

Ceratina cucurbitina

Ceratina cyanea

Halictus quadricinctus

Hylaeus difformis

Lasioglossum albocinctum

Lasioglossum clypeare

Lasioglossum interruptum

Lasioglossum majus

Lasioglossum morio

Lasioglossum nitidiusculum

Lasioglossum nitidulum

Lasioglossum politum

Lasioglossum quadrisignatum

Lasioglossum villosulum

Lasioglossum xanthopus

Megachile maritima

Megachile parietina

Megachile versicolor

Osmia aurulenta

Osmia caerulescens

Osmia claviventris

Osmia mustelina

Osmia rufa

Xylocopa violacea

Epilobium angustifolium, Wald-Weidenröschen

Andrena thoracica

Megachile circumcincta

Megachile lapponica

Megachile maritima

Megachile willughbiella

Epimedium pinnatum, Elfenblume

Anthophora acervorum

Osmia cornuta

Osmia rufa

Erica tetralix, Moor-Glockenheide

Lasioglossum calceatum

Lasioglossum prasinum

Megachile analis

Erigeron annuus, Einjähriger Feinstrahl

° *Colletes daviesanus*

° *Colletes fodiens*

° *Colletes similis*

Nomioides minutissimus

Lasioglossum calceatum

Lasioglossum leucozonium

Lasioglossum pauxillum

Eryngium campestre, Feld-Mannstreu

° *Andrena rosae*

Andrena argentata

Andrena carbonaria

Andrena hypopolia

Andrena limata

Andrena morio

Andrena nuptialis

Megachile rotundata

Eryngium planum, Flachblättriger Mannstreu

° *Andrena rosae*

Andrena flavipes

Lasioglossum calceatum

Erysimum spec., Schöterich

Andrena enselinella

Erysimum crepidifolium, Bleicher Schöterich

° *Osmia brevicornis*

Lasioglossum nitidulum

Erysimum helveticum, Schweizer Schöterich

° *Osmia brevicornis*

Osmia rufa

Euphrasia rostkoviana, Wiesen-Augentrost

Andrena coitana

Falcaria vulgaris, Sichelmöhre

° *Andrena nitidiuscula*

° *Andrena pallitarsis*

° *Andrena proxima*

° *Andrena rosae*

Andrena argentata

Andrena minutula

Andrena minutuloides

Andrena nana

Foeniculum vulgare, Fenchel

Andrena hypopolia

Fragaria vesca, Wald-Erdbeere

Andrena alfskenella

Andrena carbonaria

Andrena dorsata

Andrena minutula

Andrena minutuloides

Andrena nana

Andrena subopaca

Lasioglossum laevigatum

Lasioglossum laticeps

Lasioglossum malachurum

Lasioglossum subfasciatum

Osmia bicolor

Gagea villosa, Acker-Gelbstern

- Lasioglossum calceatum*
 Galeopsis angustifolia, Schmalblättriger Hohlzahn
Anthidium manicatum
 Galeopsis ladanum, Breitblättriger Hohlzahn
Anthophora retusa
 Galeopsis speciosa, Bunter Hohlzahn
Megachile lignisea
 Galium spec., Labkraut
Lasioglossum costulatum
 Galium mollugo, Wiesen-Labkraut
Lasioglossum pauxillum
 Galium verum, Echtes Labkraut
Ceratina cyanea
Lasioglossum convexusculum
 Genista anglica, Englischer Ginster
 ° *Andrena similis*
Andrena ovatula
 Genista tinctoria, Färber-Ginster
Megachile circumcincta
Megachile willughbiella
Osmia aurulenta
 Gentiana verna, Frühlings-Enzian
Andrena fulvata
 Geranium pratense, Wiesen-Storchschnabel
Lasioglossum pauxillum
 Geranium robertianum, Ruprechtskraut
Andrena bicolor
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum leucozonium
Lasioglossum malachurum
 Geranium sylvaticum, Wald-Storchschnabel
Andrena fulvida
Halictus rubicundus
 Geum rivale, Bach-Nelkenwurz
Osmia tuberculata
 Glechoma hederacea, Gundermann, Gundelrebe
Andrena flavipes
Andrena thoracica
Anthophora acervorum
Anthophora aestivalis
Anthophora crinipes
Anthophora retusa
Osmia aurulenta
Osmia caerulea
Osmia uncinata
 Hedera helix, Efeu
Colletes succinctus
 Helianthemum apenninum, Apenninen-Sonnenröschen
 ° *Andrena granulosa*
Andrena nigroaenea
 Helianthemum canum, Graues Sonnenröschen
 ° *Andrena granulosa*
Osmia bicolor
 Helianthemum nummularium, Gewöhnliches Sonnenröschen
 ° *Andrena granulosa*
Andrena chrysosceles
Andrena combinata
Andrena flavipes
Andrena fucata
Andrena limata
Andrena nigroaenea
Andrena nitida
Anthidium strigatum
Anthophora aestivalis
Anthophora crassipes
Anthophora plagata
Anthophora pubescens
Halictus subauratus
Lasioglossum albocinctum
Lasioglossum leucozonium
Lasioglossum nitidulum
Lasioglossum pauxillum
Lasioglossum zonulum
Osmia aurulenta
Osmia bicolor
Osmia mustelina
Osmia papaveris
Osmia rufa
Osmia rufohirta
Osmia tuberculata
Osmia uncinata
 Helichrysum arenarium, Sand-Strohblume
 ° *Colletes daviesanus*
 ° *Colletes fodiens*
 Helichrysum thianshanicum
 ° *Colletes daviesanus*
 Heracleum sphondylium, Wiesen-Bärenklau
 ° *Andrena nitidiuscula*
 ° *Andrena proxima*
 ° *Andrena rosae*
Andrena argentata
Andrena assimilis
Andrena barbilabris
Andrena carbonaria
Andrena chrysopyga
Andrena chrysosceles
Andrena coitana
Andrena combinata
Andrena congruens
Andrena flavipes
Andrena fucata
Andrena haemorrhoa
Andrena hypopolia
Andrena jacobii
Andrena limata
Andrena minutula

Andrena minutuloides
Andrena nana
Andrena nigroaenea
Andrena nitida
Andrena nuptialis
Andrena thoracica
Halictus maculatus
Halictus tumulorum
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum laevigatum
Lasioglossum malachurum
Hesperis matronalis, Gewöhnliche Nachtviole
° *Osmia brevicornis*
Andrena haemorrhoa
Hieracium spec., Habichtskraut
° *Osmia fulviventris*
° *Osmia leaiana*
Andrena nigriceps
Dufourea alpina
Halictus subauratus
Lasioglossum albipes
Lasioglossum limbellum
Lasioglossum punctatissimum
Megachile alpicola
Hieracium lachenalii, Lachenal's Habichtskraut
° *Andrena humilis*
Hieracium pilosella, Kleines Habichtskraut
° *Andrena fulvago*
° *Andrena humilis*
° *Andrena polita*
° *Dasypoda hirtipes*
° *Dufourea vulgaris*
° *Osmia spinulosa*
° *Osmia villosa*
° *Panurgus banksianus*
° *Panurgus calcaratus*
Andrena argentata
Andrena chrysopyga
Andrena minutula
Halictus leucaneus
Halictus maculatus
Halictus rubicundus
Halictus quadricinctus
Halictus sexcinctus
Halictus tumulorum
Lasioglossum brevicorne
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum leucozonium
Lasioglossum lineare
Lasioglossum morio
Lasioglossum nitidiusculum
Lasioglossum politum
Lasioglossum puncticolle
Lasioglossum rufitarse

Lasioglossum villosulum
Lasioglossum zonulum
Megachile centuncularis
Osmia maritima
Osmia papaveris
Hieracium sabaudum, Savoyer Habichtskraut
° *Panurgus dentipes*
Hieracium umbellatum, Doldiges Habichtskraut
° *Andrena denticulata*
° *Dasypoda hirtipes*
° *Dufourea vulgaris*
° *Panurgus banksianus*
° *Panurgus calcaratus*
° *Panurgus dentipes*
Andrena limata
Lasioglossum leucozonium
Lasioglossum villosulum
Hippocrepis comosa, Hufeisen-Klee
° *Osmia gallarum*
° *Osmia ravouxi*
Megachile parietina
Osmia aurulenta
Osmia bicolor
Osmia inermis
Osmia mustelina
Osmia nigriventris
Osmia parietina
Osmia pilicornis
Osmia rufa
Osmia rufohirta
Osmia submicans
Osmia uncinata
Osmia xanthomelana
Hypericum perforatum, Tüpfel-Hartheu
Andrena bicolor
Andrena coitana
Andrena combinata
Andrena dorsata
Andrena flavipes
Anthophora bimaculata
Halictus tumulorum
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum leucozonium
Lasioglossum malachurum
Lasioglossum morio
Lasioglossum pauxillum
Lasioglossum zonulum
Megachile centuncularis
Osmia caerulea
Osmia claviventris
Hypochoeris glabra, Kahles Ferkelkraut
° *Dufourea vulgaris*
Hypochoeris maculata, Geflecktes Ferkelkraut
° *Osmia fulviventris*

Hypochoeris radicata, Gewöhnliches Ferkelkraut

- ° *Andrena denticulata*
- ° *Andrena fulvago*
- ° *Andrena humilis*
- ° *Andrena polita*
- ° *Dasypoda hirtipes*
- ° *Dufourea vulgaris*
- ° *Heriades truncorum*
- ° *Osmia leaiana*
- ° *Panurgus banksianus*
- ° *Panurgus calcaratus*
- ° *Panurgus dentipes*
- Andrena barbilabris*
- Andrena bicolor*
- Andrena flavipes*
- Andrena labiata*
- Andrena thoracica*
- Anthophora bimaculata*
- Halictus quadricinctus*
- Halictus rubicundus*
- Halictus scabiosae*
- Halictus sexcinctus*
- Halictus subauratus*
- Halictus tumulorum*
- Lasioglossum albipes*
- Lasioglossum leucozonium*
- Lasioglossum malachurum*
- Lasioglossum nigripes*
- Lasioglossum nitidiusculum*
- Lasioglossum sexstrigatum*
- Lasioglossum tarsatum*
- Lasioglossum villosulum*
- Ilex aquifolium*, Stechpalme
- Andrena barbilabris*
- Andrena chrysosceles*
- Andrena fulva*
- Andrena haemorrhoa*
- Andrena jacobi*
- Andrena nigroaenea*
- Andrena nitida*
- Andrena synadelpha*
- Andrena varians*
- Osmia cornuta*
- Osmia rufa*
- Inula britannica*, Wiesen-Alant
- ° *Colletes fodiens*
- ° *Heriades truncorum*
- ° *Osmia spinulosa*
- Inula ensifolia*, Schwert-Alant
- ° *Heriades truncorum*
- ° *Osmia spinulosa*
- Lasioglossum nitidulum*
- Inula helenium*, Echter Alant
- ° *Heriades truncorum*

- Halictus sexcinctus*
- Megachile versicolor*
- Inula hirta*, Rauher Alant
- ° *Heriades truncorum*
- ° *Osmia spinulosa*
- Osmia aurulenta*
- Inula salicina*, Weiden-Alant
- ° *Colletes similis*
- ° *Heriades crenulatus*
- ° *Heriades truncorum*
- ° *Osmia spinulosa*
- Megachile centuncularis*
- Megachile lagopoda*
- Megachile versicolor*
- Iris spec.*, Schwertlilie
- Anthophora acervorum*
- Iris halophila*, Schwertlilien-Art
- Anthophora retusa*
- Isatis tinctoria*, Färber-Waid
- Lasioglossum nitidulum*
- Jasione laevis*, Ausdauernde Sandrapunzel
- Ceratina callosa*
- Ceratina cucurbitina*
- Ceratina cyanea*
- Lasioglossum nitidulum*
- Jasione montana*, Berg-Sandrapunzel
- * *Dufourea minuta*
- Andrena assimilis*
- Andrena barbilabris*
- Andrena coitana*
- Andrena dorsata*
- Andrena nigriceps*
- Andrena thoracica*
- Anthidium strigatum*
- Anthophora bimaculata*
- Ceratina callosa*
- Ceratina cyanea*
- Halictus confusus*
- Halictus leucaneus*
- Halictus maculatus*
- Halictus rubicundus*
- Halictus tumulorum*
- Hylaeus difformis*
- Lasioglossum malachurum*
- Lasioglossum morio*
- Lasioglossum nitidulum*
- Lasioglossum politum*
- Megachile leachella*
- Nomioides minutissimus*
- Juglans regia*, Walnuß
- Osmia rufa*
- Knautia arvensis*, Wiesen-Knautie
- ° *Andrena hattorfiana*
- ° *Andrena marginata*

- Dasypoda suripes*
Andrena schencki
Halictus quadricinctus
Halictus scabiosae
Halictus sexcinctus
Halictus simplex
Lasioglossum albipes
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum leucozonium
Lasioglossum subfasciatum
Megachile ligniseca
 Knautia dipsacifolia, Wald-Knautie
Andrena hattorfiana
Lasioglossum zonulum
 Laburnum anagryoides, Goldregen
Andrena haemorrhoa
 Lactuca perennis, Blauer Lattich
Lasioglossum leucozonium
 Lamium album, Weiße Taubnessel
Anthophora acervorum
Anthophora aestivalis
Lasioglossum majus
Osmia caerulea
Xylocopa violacea
 Lamium maculatum, Gefleckte Taubnessel
Andrena flavipes
Andrena nitida
Anthophora acervorum
Anthophora pubescens
Osmia rufa
 Lamium purpureum, Rote Taubnessel
Anthidium manicatum
Anthophora acervorum
Anthophora aestivalis
Anthophora plagiata
Anthophora quadrimaculata
Osmia aurulenta
Osmia caerulea
Xylocopa violacea
 Laserpitium siler, Berg-Laserkraut
Andrena chrysoceles
 Lathyrus spec., Platterbse
Osmia mustelina
 Lathyrus heterophyllus, Verschiedenblättrige Platterbse
Megachile ericetorum
Trachusa byssina
 Lathyrus latifolius, Breitblättrige Platterbse
Megachile ericetorum
Osmia tridentata
Megachile willughbiella
 Lathyrus linifolius, Berg-Platterbse
Andrena lathyri
Osmia pilicornis
Lathyrus odoratus, Gartenwicke
Megachile ericetorum
 Lathyrus pratensis, Wiesen-Platterbse
Andrena lathyri
Eucera longicornis
Eucera tuberculata
Osmia tridentata
Trachusa byssina
Megachile nigriventris
Megachile versicolor
Megachile willughbiella
Osmia aurulenta
 Lathyrus sylvestris, Wald-Platterbse
Eucera longicornis
Megachile ericetorum
Melitturga clavicornis
Osmia acuticornis
Osmia tridentata
Trachusa byssina
Megachile centuncularis
Megachile maritima
Megachile pilidens
Osmia leucomelana
 Lathyrus tuberosus, Knollen-Platterbse
Eucera interrupta
Eucera longicornis
Megachile ericetorum
Osmia acuticornis
Osmia tridentata
Trachusa byssina
Megachile willughbiella
Osmia aurulenta
Osmia claviventris
Osmia leucomelana
 Lathyrus vernus, Frühlings-Platterbse
Andrena lathyri
Osmia pilicornis
Osmia tuberculata
 Lavatera thuringiaca, Thüringer Strauchpappel
Tetralonia macroglossa
 Leontodon autumnalis, Herbst-Löwenzahn
Andrena denticulata
Andrena polita
Dasypoda hirtipes
Dufourea vulgaris
Heriades truncorum
Osmia spinulosa
Panurgus banksianus
Panurgus calcaratus
Panurgus dentipes
Andrena bicolor
Andrena coitana
Andrena flavipes
Halictus leucaheneus

- Halictus quadricinctus*
Halictus rubicundus
Halictus sexcinctus
Halictus tumulorum
Lasioglossum albipes
Lasioglossum brevicorne
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum laeve
Lasioglossum leucopus
Lasioglossum leucozonium
Lasioglossum malachurum
Lasioglossum nigripes
Lasioglossum nitidiusculum
Lasioglossum pauxillum
Lasioglossum puncticolle
Lasioglossum villosulum
 Leontodon hispidus, Rauher Löwenzahn
 ° *Andrena fulvago*
 ° *Andrena humilis*
 ° *Osmia villosa*
 ° *Panurgus banksianus*
Andrena labiata
Lasioglossum leucozonium
Lasioglossum lucidulum
Megachile alpicola
 Leucanthemum vulgare, Margerite
 ° *Colletes daviesanus*
 ° *Hylaeus nigrinus*
Andrena flavipes
Andrena fulvata
Andrena schencki
Halictus maculatus
Halictus rubicundus
Halictus tumulorum
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum leucozonium
Lasioglossum laevigatum
Lasioglossum malachurum
Lasioglossum morio
Lasioglossum nigripes
Lasioglossum nitidulum
Lasioglossum parvulum
Lasioglossum pauxillum
Lasioglossum politum
Lasioglossum villosulum
Lasioglossum xanthopus
Lasioglossum zonulum
 Ligustrum vulgare, Liguster
 Andrena barbilabris
 Andrena fulvida
 Halictus quadricinctus
 Lasioglossum subfasciatum
 Lilium spec., Lilie
 Andrena fulvida
 Linaria purpurea, Purpurrotes Leinkraut
 Anthidium manicatum
 Anthidium strigatum
Linaria vulgaris, Gewöhnliches Leinkraut
 Anthidium manicatum
Linum flavum, Gelber Lein
 ° *Osmia mocsaryi*
Linum tenuifolium, Zarter Lein
 Lasioglossum pauxillum
Lobularia maritima, Silberkraut
 Lasioglossum morio
Lotus corniculatus, Gewöhnlicher Hornklee
 ° *Andrena similis*
 ° *Andrena wilkella*
 ° *Eucera interrupta*
 ° *Eucera longicornis*
 ° *Megachile ericetorum*
 ° *Melitturga clavicornis*
 ° *Osmia acuticornis*
 ° *Osmia gallarum*
 ° *Osmia loti*
 ° *Osmia ravouxi*
 ° *Osmia tridentata*
 ° *Osmia xanthomelana*
 ° *Trachusa byssina*
Andrena dorsata
Andrena flavipes
Andrena labialis
Andrena ovatula
Anthidium manicatum
Anthidium montanum
Anthidium oblongatum
Anthidium punctatum
Anthidium strigatum
Anthophora plagiata
Lasioglossum lativentre
Lasioglossum nigripes
Lasioglossum pauxillum
Lasioglossum punctatissimum
Megachile alpicola
Megachile analis
Megachile centuncularis
Megachile circumcincta
Megachile lagopoda
Megachile leachella
Megachile ligniseca
Megachile maritima
Megachile melanopyga
Megachile nigriventris
Megachile parietina
Megachile pilidens
Megachile rotundata
Megachile versicolor
Megachile willughbiella

- Osmia aurulenta*
Osmia bicolor
Osmia caerulescens
Osmia claviventris
Osmia inermis
Osmia leucomelana
Osmia maritima
Osmia mustelina
Osmia nigriventris
Osmia parietina
Osmia rufohirta
Osmia submicans
Osmia tuberculata
Osmia uncinata
Osmia versicolor
Lotus uliginosus, Sumpf-Hornklee
° *Andrena wilkella*
° *Trachusa byssina*
Megachile analis
Megachile leachella
Osmia claviventris
Lunaria annua, Garten-Silberblatt
° *Osmia brevicornis*
Andrena bicolor
Lunaria rediviva, Wildes Silberblatt
° *Osmia brevicornis*
Lupinus polyphyllus, Lupine
° *Megachile ericetorum*
Anthidium manicatum
Megachile circumcincta
Osmia aurulenta
Lychnis flos-cuculi, Kuckucks-Lichtnelke
Andrena bicolor
Halictus tumulorum
Lasioglossum pauxillum
Lysimachia nummularia, Pfennig-Gilbweiderich
* *Macropis fulvipes*
Lysimachia punctata, Punkt-Gilbweiderich
* *Macropis fulvipes*
* *Macropis labiata*
Lasioglossum calceatum
Lysimachia vulgaris, Gewöhnlicher Gilbweiderich
* *Macropis fulvipes*
* *Macropis labiata*
Lythrum salicaria, Blut-Weiderich
* *Melitta nigricans*
* *Tetralonia salicariae*
Anthophora bimaculata
Halictus tumulorum
Lasioglossum morio
Lasioglossum politum
Lasioglossum sexnotatum
Osmia leucomelana
Malus domestica, Garten-Apfelbaum
Andrena dorsata
Andrena haemorrhoea
Andrena minutula
Andrena minutuloides
Andrena tibialis
Andrena varians
Anthophora acervorum
Halictus rubicundus
Halictus tumulorum
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum fulvicorne
Lasioglossum laticeps
Lasioglossum morio
Lasioglossum politum
Lasioglossum sexstrigatum
Osmia cornuta
Osmia rufa
Malva alcea, Rosen-Malve
° *Tetralonia macroglossa*
Malva moschata, Moschus-Malve
° *Tetralonia macroglossa*
Malva neglecta, Gänse-Malve
° *Tetralonia macroglossa*
Malva sylvestris, Wilde Malve
° *Tetralonia macroglossa*
Matricaria chamomilla, Echte Kamille
Halictus maculatus
Medicago falcata, Sichelklee
° *Melitta leporina*
° *Rhophitoides canus*
Megachile pilidens
Osmia aurulenta
Medicago lupulina, Hopfenklee
Lasioglossum pauxillum
Medicago sativa, Luzerne
° *Andrena wilkella*
° *Colletes marginatus*
° *Eucera longicornis*
° *Eucera tuberculata*
° *Melitta leporina*
° *Melitturga clavicornis*
° *Osmia acuticornis*
° *Osmia tridentata*
° *Rhophitoides canus*
° *Trachusa byssina*
Andrena congruens
Andrena decipiens
Andrena flavipes
Andrena fulvida
Andrena labialis
Anthidium manicatum
Anthidium punctatum
Anthidium strigatum
Ceratina cucurbitina

- Megachile circumcincta*
Megachile leachella
Megachile nigriventris
Megachile parietina
Megachile pilidens
Megachile rotundata
Osmia aurulenta
Osmia caerulea
Osmia tuberculata
Xylocopa violacea
Melandrium rubrum, Tag-Lichtnelke
Andrena labiata
Lasioglossum morio
Melilotus alba, Weißer Steinklee
° *Andrena wilkella*
° *Colletes marginatus*
° *Megachile ericetorum*
° *Melitta leporina*
° *Melitturga clavicornis*
° *Osmia tridentata*
Andrena carbonaria
Andrena decipiens
Andrena dorsata
Andrena flavipes
Andrena ovatula
Anthidium oblongatum
Anthidium punctatum
Halictus confusus
Halictus maculatus
Halictus rubicundus
Megachile leachella
Megachile rotundata
Megachile versicolor
Osmia aurulenta
Osmia caerulea
Osmia claviventris
Osmia leucomelana
Melilotus officinalis, Echter Steinklee
° *Colletes marginatus*
° *Melitta leporina*
Andrena ovatula
Anthidium oblongatum
Osmia claviventris
Osmia leucomelana
Nepeta cataria, Gewöhnliche Katzenminze
Lasioglossum nitidulum
Nepeta grandiflora, Großblütige Katzenminze
° *Anthophora furcata*
Anthophora quadrimaculata
Nepeta × fassenii, Garten-Katzenminze
° *Anthophora furcata*
Anthidium manicatum
Anthophora acervorum
Anthophora quadrimaculata
Osmia caerulea
Odontites lutea, Gelber Zahntrost
° *Melitta tricincta*
Odontites rubra, Später Zahntrost
° *Melitta tricincta*
Onobrychis arenaria, Sand-Esparsette
° *Melitta dimidiata*
Onobrychis montana, Berg-Esparsette
° *Osmia loti*
Megachile analis
Onobrychis viciifolia, Futter-Esparsette
° *Melitta dimidiata*
° *Andrena gelrae*
° *Andrena wilkella*
° *Melitturga clavicornis*
° *Osmia gallarum*
° *Osmia tridentata*
° *Trachusa byssina*
Andrena combinata
Anthidium oblongatum
Anthophora aestivalis
Lasioglossum pygmaeum
Lasioglossum quadrisignatum
Megachile circumcincta
Megachile parietina
Osmia aurulenta
Osmia caerulea
Osmia claviventris
Osmia inermis
Osmia mustelina
Osmia rufa
Osmia rufohirta
Osmia uncinata
Osmia versicolor
Ononis natrix, Gelbe Hauhechel
Anthidium manicatum
Ononis repens, Kriechende Hauhechel
° *Megachile ericetorum*
° *Trachusa byssina*
Anthidium manicatum
Megachile centuncularis
Megachile lagopoda
Megachile maritima
Megachile pilidens
Megachile willughbiella
Osmia aurulenta
Osmia bicolor
Ononis spinosa, Dornige Hauhechel
° *Andrena wilkella*
° *Megachile ericetorum*
° *Trachusa byssina*
Anthidium manicatum
Anthidium punctatum
Anthophora plagiata

- Anthophora quadrifasciata*
Anthophora quadrimaculata
Megachile centuncularis
Megachile lagopoda
Megachile leachella
Megachile maritima
Megachile pilidens
Megachile willughbiella
Osmia aurulenta
Onopordum acanthium, Gewöhnliche Eselsdistel
° *Anthidium lituratum*
° *Heriades crenulatus*
° *Osmia fulviventris*
° *Osmia leaiana*
° *Tetralonia dentata*
Megachile lagopoda
Megachile ligniseca
Megachile maritima
Osmia aurulenta
Origanum vulgare, Gewöhnlicher Dost
Andrena dorsata
Andrena minutula
Ceratina cyanea
Osmia leucomelana
Orlaya grandiflora, Großblütiger Breitsame
Andrena chrysosceles
Ornithogalum umbellatum, Dolden-Milchstern
Andrena bicolor
Andrena subopaca
Lasioglossum pauxillum
Papaver argemone, Sand-Mohn
Osmia rufa
Papaver dubium, Saat-Mohn
Anthophora fulvitaris
Osmia rufa
Papaver rhoeas, Klatsch-Mohn
Andrena dorsata
Andrena flavipes
Halictus quadricinctus
Halictus sexcinctus
Halictus tumulorum
Lasioglossum nitidulum
Osmia papaveris
Papaver somniferum, Schlaf-Mohn
Osmia rufa
Pastinaca sativa, Pastinak
° *Andrena pallitarsis*
° *Andrena rosae*
Andrena alfkenella
Peucedanum cervaria, Hirsch-Haarstrang
Andrena minutula
Peucedanum oreoselinum, Berg-Haarstrang
° *Andrena nitidiuscula*
Phacelia tanacetifolia, Büschelschön
Ceratina cyanea
Phaseolus coccineus, Feuerbohne
° *Megachile ericetorum*
Phyteuma nigrum, Schwarze Teufelskralle
Lasioglossum malachurum
Lasioglossum morio
Phyteuma orbiculare, Kugel-Teufelskralle
Lasioglossum griseolum
Picris echinoides, Wurmlattich
° *Panurgus calcaratus*
Picris hieracioides, Gewöhnliches Bitterkraut
° *Andrena denticulata*
° *Andrena polita*
° *Colletes halophilus*
° *Dasypoda hirtipes*
° *Dufourea vulgaris*
° *Heriades crenulatus*
° *Heriades truncorum*
° *Osmia fulviventris*
° *Osmia leaiana*
° *Osmia spinulosa*
° *Osmia villosa*
° *Panurgus banksianus*
° *Panurgus calcaratus*
° *Panurgus dentipes*
Andrena bimaculata
Andrena coitana
Andrena limata
Anthophora bimaculata
Ceratina cyanea
Halictus maculatus
Halictus quadricinctus
Halictus scabiosae
Halictus sexcinctus
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum convexiusculum
Lasioglossum leucozonium
Lasioglossum limbellum
Lasioglossum malachurum
Lasioglossum nigripes
Lasioglossum nitidulum
Lasioglossum parvulum
Lasioglossum pauxillum
Lasioglossum politum
Lasioglossum villosulum
Lasioglossum zonulum
Megachile centuncularis
Megachile lagopoda
Megachile melanopyga
Megachile versicolor
Osmia leucomelana
Osmia papaveris
Pisum sativum, Felderbse
° *Megachile ericetorum*

- Plantago spec., Wegerich
Megachile lagopoda
- Plantago lanceolata, Spitz-Wegerich
Andrena chrysopyga
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum leucozonium
Megachile ligniseca
Osmia rufa
- Plantago major, Breitwegerich
Andrena combinata
Andrena congruens
Andrena fulvida
Andrena limata
Lasioglossum lativentre
Megachile ligniseca
- Plantago media, Mittlerer Wegerich
Lasioglossum albipes
Lasioglossum zonulum
Megachile alpicola
Megachile maritima
Megachile versicolor
Osmia aurulenta
- Polygonatum odoratum, Salomonssiegel
Osmia tuberculata
- Potentilla spec., Fingerkraut
Andrena barbilabris
Andrena fucata
Osmia nigriventris
- Potentilla anserina, Gänse-Fingerkraut
** Andrena tarsata*
Andrena coitana
Andrena dorsata
Andrena haemorrhoa
Halictus tumulorum
Lasioglossum sexstrigatum
Osmia maritima
- Potentilla arenaria, Sand-Fingerkraut
** Andrena potentillae*
Anthophora bimaculata
Halictus leucaheneus
- Potentilla argentea, Silber-Fingerkraut
Andrena dorsata
- Potentilla erecta, Blutwurz
** Andrena tarsata*
Andrena coitana
Andrena dorsata
Andrena minutula
Halictus leucaheneus
Halictus maculatus
Lasioglossum lucidulum
- Potentilla fruticosa, Strauch-Fingerkraut
** Andrena tarsata*
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum fulvicorne
- Potentilla grandiflora, Großblütiges Fingerkraut
** Andrena tarsata*
- Potentilla reptans, Kriechendes Fingerkraut
** Andrena tarsata*
Andrena flavipes
Andrena minutula
Andrena minutuloides
Andrena combinata
Andrena nana
Anthidium strigatum
Halictus rubicundus
Halictus tumulorum
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum fulvicorne
Lasioglossum laevigatum
Lasioglossum leucozonium
Lasioglossum lineare
Lasioglossum malachurum
Lasioglossum morio
Lasioglossum nitidulum
Lasioglossum pauxillum
Lasioglossum politum
Lasioglossum punctatissimum
Lasioglossum sexstrigatum
Lasioglossum zonulum
- Potentilla verna, Frühlings-Fingerkraut
** Andrena potentillae*
Andrena alfenella
Andrena argentata
Andrena bicolor
Andrena chrysosceles
Andrena dorsata
Andrena falsifica
Andrena flavipes
Andrena haemorrhoa
Andrena labiata
Andrena minutula
Andrena minutuloides
Andrena nana
Andrena subopaca
Halictus confusus
Halictus maculatus
Halictus tumulorum
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum fulvicorne
Lasioglossum interruptum
Lasioglossum laticeps
Lasioglossum leucopus
Lasioglossum marginatum
Lasioglossum morio
Lasioglossum pauxillum
Lasioglossum sexstrigatum
Lasioglossum subfasciatum
Osmia bicolor

- Osmia pilicornis*
Osmia uncinata
 Primula acaulis
 Anthophora acervorum
 Primula elatior, Hohe Schlüsselblume
 Andrena bicolor
 Anthophora acervorum
 Osmia cornuta
 Primula juliae, Kissen-Primel
 Anthophora acervorum
 Primula veris, Arznei-Schlüsselblume
 Andrena bicolor
 Anthophora acervorum
 Primula vulgaris, Stengellose Schlüsselblume
 Andrena bicolor
 Anthophora acervorum
 Prunella vulgaris, Kleine Brunelle
 Osmia caerulea
 Prunus armeniaca, Aprikose
 Andrena gravida
 Lasioglossum sexstrigatum
 Osmia cornuta
 Prunus avium, Süßkirsche
 Andrena barbilabris
 Andrena bucephala
 Andrena eximia
 Andrena flavipes
 Andrena fulva
 Andrena haemorrhoa
 Andrena jacobi
 Andrena minutula
 Andrena minutuloides
 Andrena nitida
 Andrena tibialis
 Andrena varians
 Anthophora acervorum
 Halictus maculatus
 Osmia bicolor
 Prunus cerasifera, Kirschpflaume
 Andrena fulva
 Osmia cornuta
 Prunus cerasus, Sauerkirsche
 Osmia cornuta
 Prunus domestica, Zwetschge
 Andrena bicolor
 Andrena fulva
 Andrena haemorrhoa
 Andrena jacobi
 Andrena nitida
 Andrena varians
 Prunus mahaleb, Felsen-Kirsche
 Andrena lepida
 Andrena thoracica
 Prunus persica, Pfirsich
 Andrena haemorrhoa
 Andrena helvola
 Prunus spinosa, Schlehe
 Andrena bicolor
 Andrena bimaculata
 Andrena bucephala
 Andrena cineraria
 Andrena congruens
 Andrena eximia
 Andrena flavipes
 Andrena fulva
 Andrena gravida
 Andrena haemorrhoa
 Andrena jacobi
 Andrena nitida
 Andrena thoracica
 Andrena varians
 Lasioglossum albipes
 Osmia bicolor
 Osmia cornuta
 Osmia rufa
 Pulicaria dysenterica, Großes Flohkraut
 ° *Andrena denticulata*
 ° *Heriades crenulatus*
 ° *Heriades truncorum*
 ° *Osmia spinulosa*
 Megachile rotundata
 Pulmonaria officinalis, Gewöhnliches
 Lungenkraut
 Andrena bicolor
 Anthophora acervorum
 Osmia bicolor
 Osmia pilicornis
 Osmia uncinata
 Pulsatilla vulgaris, Gewöhnliche Küchenschelle
 Lasioglossum morio
 Osmia bicolor
 Pyracantha coccinea, Feuerdorn
 Osmia rufa
 Pyrus communis, Birne
 Andrena dorsata
 Andrena flavipes
 Andrena haemorrhoa
 Andrena jacobi
 Andrena nitida
 Andrena thoracica
 Anthophora acervorum
 Halictus rubicundus
 Lasioglossum majus
 Lasioglossum sexstrigatum
 Osmia cornuta
 Osmia rufa
 Quercus spec., Eiche
 Andrena flavipes

- Andrena fulva*
Osmia cornuta
Andrena synadelpha
 Quercus robur, Stiel-Eiche
Andrena barbilabris
Andrena congruens
Andrena falsifica
Andrena ferox
Andrena haemorrhoa
Osmia rufa
 Ranunculus spec., Hahnenfuß
Lasioglossum pallens
Lasioglossum puncticolle
Osmia tuberculata
 Ranunculus acris, Scharfer Hahnenfuß
 **Chelostoma florisomne*
Andrena bicolor
Andrena angustior
Andrena chrysopyga
Andrena chrysosceles
Andrena cineraria
Andrena haemorrhoa
Andrena florivaga
Andrena fucata
Andrena fulvata
Andrena fulvida
Andrena labiata
Andrena minutula
Andrena nigroaenea
Andrena nitida
Andrena varians
Halictus rubicundus
Halictus tumulorum
Lasioglossum albipes
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum laevigatum
Lasioglossum laticeps
Lasioglossum lativentre
Lasioglossum leucozonium
Lasioglossum malachurum
Lasioglossum marginatum
Lasioglossum minutulum
Lasioglossum morio
Lasioglossum nitidulum
Lasioglossum pauxillum
Lasioglossum punctatissimum
Lasioglossum rufitarse
Lasioglossum sexnotatum
Lasioglossum villosulum
Lasioglossum zonulum
Osmia bicolor
Osmia caerulea
Osmia cornuta
Osmia rufa
Osmia uncinata
 Ranunculus bulbosus, Knolliger Hahnenfuß
 **Chelostoma florisomne*
Andrena barbilabris
Andrena chrysosceles
Andrena cineraria
Andrena combinata
Andrena flavipes
Andrena fulvata
Andrena haemorrhoa
Andrena labiata
Andrena nigroaenea
Andrena nitida
Halictus maculatus
Lasioglossum majus
Lasioglossum marginatum
Lasioglossum parvulum
Osmia bicolor
Osmia cornuta
Osmia rufa
 Ranunculus ficaria, Scharbockskraut
Andrena bicolor
Andrena congruens
Andrena flavipes
Andrena fulva
Andrena haemorrhoa
Andrena minutula
Andrena nitida
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum lineare
Osmia rufa
 Ranunculus lanuginosus, Wolliger Hahnenfuß
 **Chelostoma florisomne*
Andrena labiata
Osmia bicolor
 Ranunculus montanus, Berg-Hahnenfuß
Lasioglossum calceatum
 Ranunculus polyanthemos, Vielblütiger Hahnenfuß
 **Chelostoma florisomne*
Lasioglossum politum
 Ranunculus repens, Kriechender Hahnenfuß
 **Chelostoma florisomne*
Andrena flavipes
Halictus maculatus
Halictus quadricinctus
Halictus tumulorum
Lasioglossum malachurum
Lasioglossum marginatum
Lasioglossum nitidulum
Lasioglossum pauxillum
Osmia bicolor
Osmia caerulea
Osmia cornuta

- Osmia rufa*
- Raphanus raphanistrum, Hederich
- *Andrena agilissima*
 - *Andrena distinguenda*
 - *Andrena niveata*
 - *Andrena suerinensis*
 - Andrena floricola*
 - Lasioglossum laevigatum*
- Rapistrum perenne, Ausdauernder Rapsdotter
- Andrena flavipes*
- Reseda lutea, Wilde Resede
- * *Hylaeus signatus*
 - Andrena flavipes*
 - Anthidium oblongatum*
 - Anthidium punctatum*
 - Ceratina cyanea*
 - Hylaeus brevicornis*
 - Hylaeus communis*
 - Hylaeus hyalinatus*
 - Lasioglossum pauxillum*
 - Osmia rufa*
- Reseda luteola, Färber-Resede
- * *Hylaeus signatus*
 - Anthidium oblongatum*
 - Anthidium punctatum*
 - Hylaeus communis*
- Reseda odorata, Garten-Resede
- * *Hylaeus signatus*
 - Halictus tumulorum*
 - Hylaeus communis*
- Rhamnus frangula, Faulbaum
- Andrena fulva*
 - Andrena helvola*
 - Lasioglossum minutulum*
- Rhododendron ferrugineum, Rostblättrige Alpenrose
- Andrena rogenhoferi*
- Ribes alpinum, Alpen-Stachelbeere
- Andrena fulva*
 - Andrena varians*
- Ribes nigrum, Schwarze Johannisbeere
- Andrena nitida*
 - Andrena varians*
- Ribes rubrum, Rote Johannesbeere
- Andrena fulva*
 - Andrena haemorrhoa*
 - Andrena helvola*
 - Andrena varians*
- Ribes sanguineum, Blut-Johannisbeere
- Anthophora acervorum*
- Ribes uva-crispa, Stachelbeere
- Andrena fulva*
 - Andrena haemorrhoa*
 - Andrena minutula*
- Rosa canina, Heckenrose
- Andrena barbilabris*
 - Andrena bicolor*
 - Andrena chrysosceles*
 - Andrena cineraria*
 - Andrena fucata*
 - Andrena haemorrhoa*
 - Andrena jacobii*
 - Megachile circumcincta*
 - Osmia bicolor*
 - Osmia rufa*
- Rosa corymbifera, Buschrose
- Andrena subopaca*
- Rosa hugonis, Chinesische Rose
- Osmia rufa*
- Rosa pimpinellifolia, Bibernelle-Rose
- Osmia maritima*
- Rubus fruticosus, Brombeere
- Andrena bicolor*
 - Andrena bimaculata*
 - Andrena carbonaria*
 - Andrena flavipes*
 - Andrena fucata*
 - Andrena minutula*
 - Andrena minutuloides*
 - Andrena nigriceps*
 - Andrena thoracica*
 - Ceratina cucurbitina*
 - Halictus confusus*
 - Halictus maculatus*
 - Halictus rubicundus*
 - Halictus tumulorum*
 - Hylaeus difformis*
 - Lasioglossum calceatum*
 - Lasioglossum laevigatum*
 - Lasioglossum leucozonium*
 - Lasioglossum malachurum*
 - Lasioglossum punctatissimum*
 - Lasioglossum rufitarse*
 - Lasioglossum sexnotatum*
 - Osmia claviventris*
 - Osmia leucomelana*
 - Osmia rufa*
 - Osmia uncinata*
- Rubus idaeus, Himbeere
- Andrena dorsata*
 - Andrena fucata*
 - Andrena fulvida*
 - Andrena jacobii*
 - Andrena nigroaenea*
 - Andrena subopaca*
 - Andrena synadelpha*
 - Hylaeus pectoralis*
 - Osmia rufa*

Rudbeckia laciniata, Schlitzblättriger Sonnenhut

° *Heriades truncorum*

Megachile centuncularis

Salix spec., Weide

Andrena bimaculata

Andrena limata

Halictus maculatus

Lasioglossum clypeare

Lasioglossum fulvicorne

Lasioglossum intermedium

Lasioglossum laevigatum

Lasioglossum laticeps

Lasioglossum limbellum

Lasioglossum lineare

Lasioglossum minutulum

Lasioglossum nitidiusculum

Lasioglossum parvulum

Lasioglossum sexnotatum

Osmia rufa

Salix alba, Silber-Weide

* *Andrena apicata*

* *Andrena praecox*

* *Andrena ruficrus*

* *Andrena sericata*

* *Andrena vaga*

Andrena argentata

Andrena cineraria

Andrena dorsata

Andrena eximia

Andrena haemorrhoea

Andrena minutula

Andrena nigroaenea

Andrena tibialis

Andrena varians

Lasioglossum subfasciatum

Osmia cornuta

Salix appendiculata, Großblättrige Weide

* *Andrena clarkella*

* *Andrena praecox*

Salix aurita, Ohr-Weide

* *Andrena apicata*

* *Andrena clarkella*

* *Andrena nycthemera*

* *Andrena praecox*

* *Andrena ruficrus*

* *Andrena vaga*

* *Andrena ventralis*

* *Colletes cunicularius*

Andrena bicolor

Andrena cineraria

Andrena dorsata

Andrena haemorrhoea

Andrena nigroaenea

Andrena tibialis

Halictus tumulorum

Lasioglossum calceatum

Lasioglossum sexstrigatum

Salix caprea, Sal-Weide

* *Andrena apicata*

* *Andrena clarkella*

* *Andrena mitis*

* *Andrena nycthemera*

* *Andrena praecox*

* *Andrena ruficrus*

* *Andrena vaga*

* *Andrena ventralis*

* *Colletes cunicularius*

Andrena bicolor

Andrena bucephala

Andrena cineraria

Andrena congruens

Andrena dorsata

Andrena eximia

Andrena flavipes

Andrena fulva

Andrena gravida

Andrena haemorrhoea

Andrena jacobae

Andrena minutula

Andrena minutuloides

Andrena nigroaenea

Andrena nitida

Andrena thoracica

Andrena tibialis

Andrena varians

Halictus tumulorum

Lasioglossum calceatum

Lasioglossum malachurum

Lasioglossum sexstrigatum

Osmia bicolor

Osmia cornuta

Osmia uncinata

Salix cinerea, Grau-Weide

* *Andrena apicata*

* *Andrena clarkella*

* *Andrena nycthemera*

* *Andrena praecox*

* *Andrena ruficrus*

* *Andrena vaga*

* *Andrena ventralis*

* *Colletes cunicularius*

Andrena bicolor

Andrena cineraria

Andrena dorsata

Andrena haemorrhoea

Andrena tibialis

Halictus tumulorum

Lasioglossum calceatum

- Lasioglossum sexstrigatum*
 Salix fragilis, Bruch-Weide
 * *Andrena apicata*
 * *Andrena praecox*
 Salix hastata, Spieß-Weide
 * *Andrena apicata*
 Salix helvetica, Schweizer Weide
 * *Andrena apicata*
 Salix nigricans, Schwarz-Weide
 * *Andrena vaga*
 Salix pentandra, Lorbeer-Weide
 * *Andrena mitis*
 * *Andrena vaga*
 Salix purpurea, Purpur-Weide
 * *Andrena clarkella*
 * *Andrena mitis*
 * *Andrena nycthemera*
 * *Andrena praecox*
 * *Andrena ruficrus*
 * *Andrena sericata*
 * *Andrena vaga*
 * *Andrena ventralis*
 * *Colletes cunicularius*
 Andrena barbilabris
 Andrena bicolor
 Andrena chrysosceles
 Andrena cineraria
 Andrena dorsata
 Andrena eximia
 Lasioglossum marginatum
 Osmia cornuta
 Salix repens, Kriech-Weide
 * *Andrena clarkella*
 * *Andrena vaga*
 * *Colletes cunicularius*
 Andrena bicolor
 Andrena haemorrhoa
 Andrena tibialis
 Halictus rubicundus
 Halictus tumulorum
 Lasioglossum calceatum
 Salix triandra, Mandel-Weide
 * *Andrena mitis*
 * *Andrena ventralis*
 Andrena eximia
 Andrena thoracica
 Salix viminalis, Korb-Weide
 * *Andrena clarkella*
 * *Andrena mitis*
 * *Andrena praecox*
 * *Andrena vaga*
 * *Andrena ventralis*
 * *Colletes cunicularius*
 Andrena eximia
 Andrena tibialis
 Salvia spec., Salbei
 ° *Osmia andrenoides*
 Salvia glutinosa, Klebriger Salbei
 Anthidium manicatum
 Salvia nemorosa, Hain-Salbei
 Andrena coitana
 Lasioglossum nemorosa
 Salvia officinalis, Garten-Salbei
 Megachile lignisecca
 Xylocopa violacea
 Salvia pratensis, Wiesen-Salbei
 Andrena carbonaria
 Andrena labiata
 Andrena nigriceps
 Anthophora fulvitaris
 Anthophora quadrimaculata
 Halictus leucaneus
 Lasioglossum convexiusculum
 Lasioglossum majus
 Lasioglossum malachurum
 Lasioglossum minutissimum
 Lasioglossum pauxillum
 Lasioglossum pygmaeum
 Lasioglossum xanthopus
 Megachile parietina
 Osmia aurulenta
 Osmia bicolor
 Osmia caerulea
 Osmia pilicornis
 Osmia rufa
 Osmia uncinata
 Xylocopa iris
 Salvia sclarea, Muskateller-Salbei
 Anthidium manicatum
 Xylocopa violacea
 Salvia verticillata, Quirlblütiger Salbei
 Hylaeus difformis
 Lasioglossum calceatum
 Scabiosa canescens, Wohlruchende Skabiose
 Megachile versicolor
 Scabiosa columbaria, Tauben-Skabiose
 ° *Andrena hattorfiana*
 ° *Andrena marginata*
 ° *Dasygaster argentea*
 Halictus scabiosae
 Halictus sexcinctus
 Lasioglossum albipes
 Osmia mustelina
 Scabiosa ochroleuca, Gelbe Skabiose
 ° *Andrena marginata*
 ° *Dasygaster argentea*
 Scilla siberica, Nickender Blaustern
 Andrena bicolor

Osmia bicolor
Osmia cornuta
 Scorzonera austriaca, Österreichische
 Schwarzwurzel
 ° *Andrena taraxaci*
 Scorzonera humilis, Niedrige Schwarzwurzel
 ° *Andrena fulvago*
 ° *Panurgus banksianus*
 Lasioglossum albipes
 Scrophularia nodosa, Knotige Braunwurz
 Hylaeus pectoralis
 Lasioglossum sexnotatum
 Scrophularia vernalis, Frühlings-Braunwurz
 Lasioglossum nitidiusculum
 Sedum acre, Scharfer Mauerpfeffer
 Andrena combinata
 Anthidium oblongatum
 Lasioglossum interruptum
 Sedum album, Weißer Mauerpfeffer
 Andrena chrysosceles
 Anthidium oblongatum
 Sedum reflexum, Felsen-Fetthenne
 Andrena minutula
 Anthidium oblongatum
 Anthidium punctatum
 Anthidium strigatum
 Anthophora quadrimaculata
 Lasioglossum quadrisignatum
 Megachile leachella
 Megachile willughbiella
 Nomioides minutissimus
 Megachile pilidens
 Megachile rotundata
 Osmia claviventris
 Osmia leucomelana
 Osmia parietina
 Sedum spurium, Kaukasus-Fetthenne
 Anthidium oblongatum
 Sempervivum arachnoideum, Spinnwebige
 Hauswurz
 Anthidium oblongatum
 Anthidium strigatum
 Senecio jacobaea, Jakobs-Greiskraut
 ° *Andrena denticulata*
 ° *Colletes fodiens*
 ° *Heriades truncorum*
 ° *Osmia spinulosa*
 Andrena dorsata
 Andrena flavipes
 Lasioglossum malachurum
 Lasioglossum villosulum
 Lasioglossum zonulum
 Nomioides minutissimus
 Senecio vernalis, Frühlings-Greiskraut

Andrena tibialis
Halictus rubicundus
 Senecio vulgaris, Gewöhnliches Greiskraut
 ° *Andrena denticulata*
 ° *Heriades truncorum*
 Andrena flavipes
 Lasioglossum aeratum
 Sinapis alba, Weißer Senf
 ° *Andrena suerinensis*
 ° *Osmia brevicornis*
 Andrena barbilabris
 Andrena carbonaria
 Andrena chrysosceles
 Andrena dorsata
 Andrena flavipes
 Andrena fucata
 Andrena haemorrhoea
 Andrena jacobae
 Andrena labiata
 Andrena lepida
 Andrena limata
 Andrena nigroaenea
 Halictus confusus
 Halictus maculatus
 Halictus rubicundus
 Halictus tumulorum
 Lasioglossum malachurum
 Lasioglossum morio
 Lasioglossum nigripes
 Lasioglossum nitidiusculum
 Lasioglossum nitidulum
 Lasioglossum paucillum
 Lasioglossum politum
 Sinapis arvensis, Acker-Senf
 ° *Andrena agilissima*
 ° *Andrena lagopus*
 ° *Andrena niveata*
 ° *Andrena suerinensis*
 ° *Osmia brevicornis*
 Andrena argentata
 Andrena barbilabris
 Andrena bicolor
 Andrena bimaculata
 Andrena chrysopyga
 Andrena carbonaria
 Andrena dorsata
 Andrena flavipes
 Andrena floricola
 Andrena fucata
 Andrena hypopolia
 Andrena labiata
 Andrena minutula
 Andrena minutuloides
 Andrena nigriceps

- Andrena thoracica*
Anthophora quadrimaculata
Halictus rubicundus
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum malachurum
Lasioglossum marginatum
Osmia rufa
 Sisymbrium officinale, Weg-Rauke
 ° *Andrena niveata*
 Andrena bimaculata
 Andrena chrysosceles
 Andrena dorsata
 Andrena flavipes
 Andrena labiata
 Sisymbrium orientale, Orientalische Rauke
 ° *Andrena niveata*
 ° *Andrena suerinensis*
 ° *Andrena tscheki*
 ° *Osmia brevicornis*
 Andrena carbonaria
 Andrena chrysopyga
 Andrena dorsata
 Andrena hypopolia
 Andrena morio
 Andrena nigroaenea
 Andrena nitida
 Nomioides minutissimus
 Solanum nigrum, Schwarzer Nachtschatten
 Anthophora quadrimaculata
 Solidago canadensis, Kanadische Goldrute
 ° *Andrena denticulata*
 ° *Hylaeus nigrinus*
 Hylaeus difformis
 Lasioglossum fulvicorne
 Lasioglossum zonulum
 Solidago virgaurea, Gewöhnliche Goldrute
 ° *Andrena denticulata*
 Sonchus arvensis, Acker-Gänsedistel
 ° *Colletes halophilus*
 ° *Dasypoda hirtipes*
 ° *Heriades truncorum*
 ° *Osmia spinulosa*
 Andrena flavipes
 Halictus quadricinctus
 Halictus rubicundus
 Halictus tumulorum
 Megachile centuncularis
 Sonchus asper, Rauhe Gänsedistel
 ° *Dasypoda hirtipes*
 Spartium junceum, Binsenginster
 Xylocopa violacea
 Spiraea spec., Spierstrauch
 Andrena bimaculata
 Spiraea salicifolia, Weiden-Spierstrauch
 Andrena bicolor
 Andrena dorsata
 Andrena fucata
 Andrena haemorrhoa
 Andrena minutula
 Stachys byzantina, Woll-Ziest
 ° *Anthophora furcata*
 Anthidium manicatum
 Stachys germanica, Deutscher Ziest
 Anthidium manicatum
 Stachys officinalis, Heil-Ziest
 ° *Anthophora furcata*
 ° *Rophites algerus*
 ° *Rophites quinquespinosus*
 Anthidium manicatum
 Anthophora quadrimaculata
 Stachys palustris, Sumpf-Ziest
 ° *Anthophora furcata*
 ° *Rophites quinquespinosus*
 Anthidium manicatum
 Anthophora borealis
 Stachys recta, Aufrechter Ziest
 ° *Anthophora furcata*
 ° *Osmia andrenoides*
 ° *Rophites algerus*
 ° *Rophites quinquespinosus*
 Anthidium manicatum
 Lasioglossum clypeare
 Osmia auralenta
 Osmia caerulescens
 Xylocopa iris
 Xylocopa violacea
 Stachys sylvatica, Wald-Ziest
 ° *Anthophora furcata*
 Anthophora borealis
 Stellaria spec., Sternmiere
 Lasioglossum pallens
 Stellaria holostea, Große Sternmiere
 Andrena angustior
 Andrena flavipes
 Andrena fulvata
 Andrena haemorrhoa
 Andrena labiata
 Andrena minutula
 Andrena nigroaenea
 Andrena nitida
 Andrena subopaca
 Andrena thoracica
 Andrena varians
 Halictus tumulorum
 Lasioglossum albipes
 Lasioglossum calceatum
 Lasioglossum laevigatum
 Lasioglossum malachurum

Lasioglossum pauxillum
Osmia rufa
 Stellaria media, Vogelmiere
Andrena labiata
Andrena varians
 Succisa pratensis, Gewöhnlicher Teufelsabbiß
 ° *Andrena marginata*
 ° *Dasygaster argentata*
Halictus rubicundus
Halictus sexcinctus
Lasioglossum laeve
 Symphytum officinale, Gewöhnlicher Beinwell
 * *Andrena symphyti*
Anthophora acervorum
Anthophora fulvitaris
Osmia rufa
 Symphytum tuberosum, Knoten-Beinwell
 * *Andrena symphyti*
 Tanacetum balsamita, Balsamkraut
 ° *Colletes similis*
 Tanacetum corymbosum, Straußblütige
 Wucherblume
Halictus maculatus
 Tanacetum parthenium, Römische Kamille
 ° *Colletes daviesanus*
 ° *Hylaeus nigrinus*
 Tanacetum vulgare, Rainfarn
 ° *Andrena denticulata*
 ° *Colletes daviesanus*
 ° *Colletes fodiens*
 ° *Colletes similis*
 ° *Heriades truncorum*
 ° *Hylaeus nigrinus*
 ° *Osmia spinulosa*
Andrena flavipes
Andrena nigriceps
Andrena thoracica
Halictus confusus
Halictus maculatus
Halictus rubicundus
Halictus subauratus
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum fulvicorne
Lasioglossum leucozonium
Lasioglossum malachurum
Lasioglossum pauxillum
Lasioglossum politum
Lasioglossum punctatissimum
 Taraxacum laevigatum, Sand-Löwenzahn
 ° *Andrena taraxaci*
 Taraxacum officinale, Wiesen-Löwenzahn
 ° *Andrena fulvago*
 ° *Andrena humilis*
 ° *Andrena taraxaci*

Andrena argentata
Andrena barbilabris
Andrena bicolor
Andrena chrysopyga
Andrena chrysosceles
Andrena cineraria
Andrena dorsata
Andrena eximia
Andrena flavipes
Andrena florivaga
Andrena fulvata
Andrena gravida
Andrena helvola
Andrena haemorrhoa
Andrena jacobini
Andrena labiata
Andrena limata
Andrena minutula
Andrena minutuloides
Andrena nigroaenea
Andrena nitida
Andrena saundersella
Andrena thoracica
Andrena tibialis
Andrena varians
Halictus confusus
Halictus leucaneus
Halictus maculatus
Halictus quadricinctus
Halictus rubicundus
Halictus sexcinctus
Halictus tumulorum
Lasioglossum albipes
Lasioglossum brevicorne
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum fulvicorne
Lasioglossum intermedium
Lasioglossum interruptum
Lasioglossum laeve
Lasioglossum laevigatum
Lasioglossum laticeps
Lasioglossum lativentris
Lasioglossum leucopus
Lasioglossum leucozonium
Lasioglossum limbellum
Lasioglossum lineare
Lasioglossum lucidulum
Lasioglossum majus
Lasioglossum malachurum
Lasioglossum marginatum
Lasioglossum minutissimum
Lasioglossum minutulum
Lasioglossum morio
Lasioglossum nigripes

- Lasioglossum nitidiusculum*
Lasioglossum nitidulum
Lasioglossum parvulum
Lasioglossum pauxillum
Lasioglossum politum
Lasioglossum punctatissimum
Lasioglossum puncticolle
Lasioglossum sexnotatum
Lasioglossum subfasciatum
Lasioglossum tarsatum
Lasioglossum villosulum
Lasioglossum zonulum
Osmia bicolor
Osmia cornuta
Osmia uncinata
 Tetragonolobus maritimus, Spargelerbse
Osmia aurulenta
 Teucrium chamaedrys, Edel-Gamander
°Anthophora furcata
°Osmia andrenoides
Anthidium manicatum
Anthophora pubescens
Anthophora quadrimaculata
 Teucrium montanum, Berg-Gamander
°Osmia andrenoides
Osmia aurulenta
 Teucrium scorodonia, Lauch-Gamander
Anthidium manicatum
Anthophora bimaculata
Anthophora borealis
Anthophora crassipes
Osmia caerulescens
 Thlaspi arvense, Acker-Hellerkraut
°Andrena niveata
°Andrena suerinensis
Andrena alfkenella
Andrena minutula
Andrena minutuloides
 Thlaspi montanum, Berg-Hellerkraut
°Andrena tscheki
 Thymus pulegioides, Feld-Thymian
Megachile alpicola
 Thymus serpyllum, Sand-Thymian
Megachile leachella
Nomioides minutissimus
 Tilia spec., Linde
Andrena bimaculata
Andrena thoracica
 Tilia cordata, Winter-Linde
Andrena argentata
 Torilis japonica, Gewöhnlicher Klettenkerbel
°Andrena nitidiuscula
 Tragopogon pratensis, Wiesen-Bocksbart
°Andrena humilis
 Trifolium spec., Klee
°Osmia acuticornis
°Osmia loti
Anthidium montanum
Lasioglossum marginatum
 Trifolium alpestre, Alpen-Klee
°Eucera longicornis
 Trifolium arvense, Hasen-Klee
°Andrena wilkella
°Colletes marginatus
Anthophora bimaculata
Megachile leachella
 Trifolium dubium, Kleiner Klee
Osmia leucomelana
 Trifolium incarnatum, Inkarnat-Klee
Megachile analis
 Trifolium medium, Mittlerer Klee
°Eucera longicornis
°Melitta leporina
Xylocopa iris
 Trifolium montanum, Berg-Klee
Andrena combinata
Osmia aurulenta
 Trifolium pratense, Roter Wiesenklee
°Andrena gelrae
°Andrena similis
°Andrena wilkella
°Eucera longicornis
°Eucera tuberculata
°Melitta leporina
°Melitturga clavicornis
Andrena ovatula
Andrena chrysopyga
Andrena decipiens
Andrena flavipes
Andrena labialis
Andrena schencki
Anthophora aestivalis
Anthophora borealis
Anthophora fulvitaris
Anthophora plagiata
Lasioglossum lativentris
Megachile circumcincta
Megachile nigriventris
Megachile parietina
Megachile rotundata
Osmia caerulescens
Osmia claviventris
Osmia cornuta
Osmia maritima
Osmia rufa
Osmia uncinata
 Trifolium repens, Weißklee
°Andrena wilkella

- ° *Colletes marginatus*
- ° *Eucera interrupta*
- ° *Eucera longicornis*
- ° *Eucera tuberculata*
- ° *Melitta leporina*
- ° *Melitturga clavicornis*
- ° *Osmia gallarum*
- Andrena carbonaria*
- Andrena decipiens*
- Andrena labialis*
- Andrena nigroaenea*
- Andrena ovatula*
- Andrena schencki*
- Anthidium punctatum*
- Anthidium strigatum*
- Anthophora acervorum*
- Anthophora quadrimaculata*
- Ceratina cyanea*
- Colletes impunctatus*
- Halictus confusus*
- Halictus maculatus*
- Halictus rubicundus*
- Halictus tumulorum*
- Lasioglossum lativentre*
- Lasioglossum malachurum*
- Lasioglossum punctatissimum*
- Lasioglossum quadrisignatum*
- Megachile leachella*
- Megachile nigriventris*
- Megachile pilidens*
- Megachile rotundata*
- Megachile willughbiella*
- Osmia aurulenta*
- Osmia caerulea*
- Osmia claviventris*
- Osmia cornuta*
- Osmia leucomelana*
- Osmia rufa*
- Osmia tuberculata*
- Osmia uncinata*
- Tripleurospermum inodorum, Geruchlose Kamille
- ° *Colletes daviesanus*
- ° *Colletes fodiens*
- ° *Colletes similis*
- ° *Heriades truncorum*
- ° *Hylaeus nigrinus*
- Tulipa spec., Tulpe
- Anthophora acervorum*
- Osmia cornuta*
- Tussilago farfara, Huflattich
- ° *Andrena taraxaci*
- Andrena bicolor*
- Andrena flavipes*
- Andrena haemorrhoa*
- Andrena minutula*
- Andrena minutuloides*
- Andrena thoracica*
- Andrena varians*
- Lasioglossum calceatum*
- Lasioglossum lativentre*
- Lasioglossum parvulum*
- Lasioglossum pauxillum*
- Lasioglossum tarsatum*
- Osmia bicolor*
- Ulex europaeus, Stechginster
- ° *Andrena wilkella*
- Vaccinium myrtillus, Heidelbeere
- * *Andrena lapponica*
- Andrena fulva*
- Andrena fulvida*
- Lasioglossum fratellum*
- Lasioglossum punctatissimum*
- Lasioglossum rufitarse*
- Osmia inermis*
- Osmia nigriventris*
- Osmia tuberculata*
- Osmia uncinata*
- Vaccinium oxycoccos, Gewöhnliche Moosbeere
- * *Andrena lapponica*
- Vaccinium uliginosum, Moor- oder Rauschbeere
- * *Andrena lapponica*
- Osmia uncinata*
- Vaccinium vitis-idaea, Preiselbeere
- * *Andrena lapponica*
- Andrena nigroaenea*
- Lasioglossum fratellum*
- Lasioglossum rufitarse*
- Osmia inermis*
- Osmia nigriventris*
- Osmia uncinata*
- Valeriana officinalis, Gemeiner Baldrian
- Andrena congruens*
- Andrena fulvida*
- Halictus quadricinctus*
- Lasioglossum majus*
- Lasioglossum subfasciatum*
- Verbascum spec., Königskerze
- Lasioglossum villosulum*
- Verbascum densiflorum, Großblütige Königskerze
- Lasioglossum nitidulum*
- Verbascum lychnitis, Mehligke Königskerze
- Lasioglossum sexnotatum*
- Verbascum thapsus, Kleinblütige Königskerze
- Lasioglossum nitidulum*
- Veronica beccabunga, Bachbunze
- Andrena minutula*
- Veronica chamaedrys, Gamander-Ehrenpreis

- * *Andrena viridescens*
- Andrena alfkenella*
- Andrena angustior*
- Andrena anthrisci*
- Andrena barbilabris*
- Andrena bicolor*
- Andrena chrysosceles*
- Andrena falsifica*
- Andrena flavipes*
- Andrena fucata*
- Andrena haemorrhoea*
- Andrena labiata*
- Andrena minutula*
- Andrena minutuloides*
- Andrena nana*
- Andrena nitida*
- Andrena saundersella*
- Andrena subopaca*
- Anthophora acervorum*
- Halictus leucaneus*
- Halictus tumulorum*
- Lasioglossum calceatum*
- Lasioglossum laevigatum*
- Lasioglossum marginatum*
- Lasioglossum nitidiusculum*
- Lasioglossum politum*
- Lasioglossum punctatissimum*
- Lasioglossum sexnotatum*
- Veronica spicata, Ähriger Ehrenpreis
- Xylocopa violacea*
- Veronica teucrium, Großer Ehrenpreis
- * *Andrena viridescens*
- Andrena chrysosceles*
- Anthophora acervorum*
- Viburnum lantana, Wolliger Schneeball
- Andrena fulva*
- Vicia spec., Wicke
- Osmia nigriventris*
- Vicia angustifolia, Schmalblättrige Wicke
- Osmia maritima*
- Vicia cracca, Vogel-Wicke
- * *Andrena lathyri*
- ° *Eucera interrupta*
- ° *Eucera longicornis*
- ° *Eucera tuberculata*
- ° *Melitturga clavicornis*
- ° *Trachusa byssina*
- Anthophora quadrifasciata*
- Megachile circumcincta*
- Megachile maritima*
- Osmia caerulea*
- Osmia claviventris*
- Vicia faba, Ackerbohne
- ° *Andrena wilkella*
- Vicia hirsuta, Rauhaarige Wicke
- Andrena labialis*
- Vicia onobrychioides
- Osmia caerulea*
- Vicia sepium, Zaunwicke
- * *Andrena lathyri*
- ° *Andrena wilkella*
- ° *Eucera longicornis*
- ° *Eucera tuberculata*
- Andrena chrysopyga*
- Andrena decipiens*
- Andrena labialis*
- Andrena ovata*
- Anthophora plagiata*
- Megachile circumcincta*
- Megachile nigriventris*
- Megachile parietina*
- Osmia aurulenta*
- Osmia bicolor*
- Osmia caerulea*
- Osmia claviventris*
- Osmia pilicornis*
- Osmia rufa*
- Osmia tuberculata*
- Osmia uncinata*
- Vicia tenuifolia, Dünnblättrige Wicke
- Osmia claviventris*
- Vicia villosa, Zottel-Wicke
- ° *Osmia acuticornis*
- Andrena schencki*
- Wistaria sinensis, Glyzinie
- Xylocopa violacea*

6 Rückgang und Gefährdung der Wildbienen

»Es ist heute schon schwer, genügend viele Insektenbauten zusammenzubringen, denn an Plätze, wo noch vor wenigen Jahren alte Bäume standen, Sand und Lehmgruben im Betrieb, oder wenigstens unbebaute Brachäcker zu finden waren, welche den Insekten bequeme Nistplätze gewährten, da ist die Cultur vorgedrungen und hat, besonders in der Nähe der Städte, aber auch der Dörfer, alle Stücken Erde nutzbar gemacht. Wildwachsende Pflanzen, sonst eine Zierde gewisser Fundstellen, sind verschwunden, und mit ihnen die Insekten, welche man vor Jahren als Anhänger daselbst regelmäßig vorfand. Alte Gebäude mit Lehmwänden, ehemals beliebter Wohnplatz von einer Menge Bienen, müssen festgemauerten Häusern weichen, und den Hautflüglern werden ihre Zufluchtsorte geraubt. Diese Klage ist nicht einseitig, sondern wird von allen Seiten erhoben.«

Dies schrieb RUDOW im Jahre 1900 in seiner Abhandlung »Die Wohnungen der Hautflügler Europas«. Gut zwanzig Jahre später weist auch FRIESE (1923) auf ein Zurückgehen der Wildbienenfauna hin und STOECKHERT stellt 1933 fest, »daß die neuzeitliche intensive Kultivierung der Ödländereien, besonders aber die in Norddeutschland vielfach anzutreffende Kultursteppe in ihrer extremsten Form mit ihren endlosen Feldebreiten infolge der Verminderung der Nistgelegenheiten und Futterpflanzen die Lebensbedingungen der solitären Bienen, und zwar auch der Steppenformen, erheblich beeinträchtigt.«

Ein Rückgang von Wildbienen war demnach schon vor vielen Jahrzehnten zu verzeichnen. Vermutlich hat er schon mit dem Beginn der Industrialisierung eingesetzt, war aber zunächst eher schleichend und wurde nur von wenigen Kennern registriert. Um das Jahr 1960 herum ist dann jäh ein sehr deutlicher Einbruch in den Populationen festzustellen mit dem Ergebnis, daß in den letzten 30 Jahren sowohl in der Arten- als auch in der Individuenzahl eine gravierende Verarmung unübersehbar geworden ist. In dieser Zeit haben immer wieder die verschiedensten Autoren praktisch erfolglos den Artenrückgang beklagt (EMEIS 1968, PETERS 1973, RÜHL 1977, PREUSS 1982, WARNCKE & WESTRICH

1984, WOLF 1982b, 1985a, 1985c, DONATH 1985, WESTRICH & SCHMIDT 1985a, HAGEN 1986, HOOP 1986, HAESELER 1987a).

Vor allem die im Boden nistenden Arten erlitten gebietsweise einen katastrophalen Rückgang, der immer noch anhält. Dies bedeutet, daß ohne baldige, verstärkte und gezielte Schutzmaßnahmen die bereits erheblich geschwächte Fauna noch größere irreparable Lücken aufweisen wird. Eine ganze Reihe von Arten ist bereits ausgestorben, andere überleben derzeit gerade noch in kleinsten, extrem bedrohten Restpopulationen und stehen unmittelbar vor der Ausrottung. Für zahlreiche weitere Arten haben sich die Existenzbedingungen derart verschlechtert, daß vergleichbar negative Bestandsentwicklungen festzustellen sind. So sind eine ganze Reihe von Arten, die noch vor 3 Jahrzehnten regelmäßig und häufig anzutreffen waren, heute selbst bei hoher Erfassungsintensität nur noch vereinzelt zu beobachten. Da Wildbienen als »ökologisches Rückgrat vieler Land-Lebensräume« (PREUSS 1982) in einem ausgewogenen Naturhaushalt unverzichtbar sind, muß diese Situation ein alarmierendes Zeichen sein und große Besorgnis auslösen.

Besonders deutlich wird der Rückgang von Wildbienen durch einen Vergleich mit früheren Aufsammlungen, die in Museen aufbewahrt werden. Ginge man nur von den heutigen Verhältnissen aus, käme man zu völlig anderen Ergebnissen über Verbreitung und Bestandsentwicklung. Das Museumsmaterial und die Tagebücher einiger Entomologen belegen eindrucksvoll, wie reichhaltig die Bienenfauna Süddeutschlands noch vor wenigen Jahrzehnten war. Leider sind exakte Vergleichsmöglichkeiten eng begrenzter Gebiete nur selten möglich. Im Falle des Leudelsbachtals bei Markgröningen nordwestlich von Stuttgart zeigte ein Vergleich der beiden Hauptbearbeitungszeiträume 1929–1938 und 1968–1982 eine auffällige Verarmung: Während im ersten Zeitraum noch 167 Bienenarten nachgewiesen werden konnten, ergab die Bestandsaufnahme während des zweiten Zeitraumes nur noch 67 Arten (WESTRICH 1983d).

Was sind die Ursachen für diesen auffallenden Rückgang?

6.1 Natürliche Ursachen des Rückgangs

6.1.1 Klimaentwicklung und Witterung

Ein Großteil der Wildbienen ist nur bei sonnigem, trockenem und warmem Wetter aktiv. Bei Regen und Kälte werden die Brutfürsorgetätigkeiten eingestellt. Die Weibchen oberirdisch nistender Arten ernähren sich während kühler Perioden vielleicht teilweise von dem bereits eingetragenen Larvenproviand, wie es TORCHIO (1984) bei der Maskenbiene *Hylaeus leptocephalus* beobachtet hat. Dies dürfte jedoch nicht die Regel sein, so daß viele Individuen längere Hungerperioden nicht überstehen, worauf auch die Feldbeobachtungen hindeuten. Oberirdisch nistende Arten sind ohnehin besser dran. Ihre Nistplätze trocknen schneller ab als die der Erdnister, so daß sie bei Wetterbesserung schneller wieder aktiv sein können. Langanhaltende feuchte und kalte Witterungsverhältnisse während der Flugzeit der adulten Bienen führen unweigerlich zu erheblichen Ausfällen. Schlechtes Wetter schränkt aber nicht nur die Nistaktivität ein, es gefährdet auch die bereits versorgte Brut, die bei Feuchtigkeit in starkem Maße durch Befall mit Schimmelpilzen bedroht ist. Während sich für die mittlere Lufttemperatur im Gegensatz zu den Niederschlägen keine Zu- oder Abnahmetendenz in den vergangenen Jahrzehnten feststellen läßt, haben die mittleren Niederschlagshöhen in Baden-Württemberg zugenommen (vgl. HÖLZINGER 1981:60). Dies gilt sowohl für das Jahresmittel als auch für die Monate Mai bis Juli. Die im Frühjahr und Sommer fliegenden Bienenarten sind demnach von der in dieser Vegetationsperiode besonders deutlichen Zunahme der Niederschlagshöhe am meisten betroffen. Exakte Analysen über einen Zusammenhang zwischen Niederschlägen und Bestandsrückgängen liegen nicht vor. So sind wir auf persönliche Erfahrungen und Beobachtungen von Wildbienenkennern angewiesen. EMEIS (1964) und OLBURG (1972) jedenfalls vermuten ungünstige Witterung in den Jahren 1954–1958 als Ursache eines starken Rückgangs früher häufiger Bienenarten. Im gleichen Zeitraum ist in Baden-Württemberg z.B. auch die sehr wärmeliebende Dolchwespe *Scolia quadripunctata* F. nahezu ausgestorben (WESTRICH 1984d). Die Mörtelbiene *Megachile parietina* ist ebenfalls an vielen Orten, wo sie in früherer Zeit vorkam, verschwunden, obwohl zusagende Lebensbedingungen augenscheinlich heute noch gegeben sind. Auch die Witterungsverhältnisse der Jahre 1985–1987 mit nassen

Frühjahren bzw. Frühsommern haben bei vielen Arten zu einem deutlichen Einbruch geführt.

STOECKHERT (1954) weist darauf hin, daß mehrere aufeinanderfolgende, ungewöhnlich kalte und lange Winter durchaus zum lokalen Aussterben einer Art führen können. Solche Arten, die als Imagines in Pflanzenstengeln überwintern, wie z.B. Keulhornbienen (*Ceratina*), erfahren während extremer Frostperioden bisweilen beträchtliche Verluste. Davon dürften xerothermophile Arten, die in Mitteleuropa am nördlichen oder westlichen Rand ihres Verbreitungsgebiets leben, besonders betroffen sein. In der Regel sind aber kalte Winter für die Verbreitung von Wildbienen kein limitierender Faktor. Frostschäden an lebensnotwendigen Nahrungspflanzen, z.B. *Vaccinium* (Heidelbeere, Preiselbeere) können das Nahrungsangebot für Pollenspezialisten verringern. Auch extrem trockene Sommer können sich durch Verdorren der Nahrungspflanzen ungünstig auswirken und zu geringeren Bruterfolgen führen. Zumindest teilweise haben Bienen Mechanismen entwickelt, um einen Brutverlust auszugleichen: einzelne Individuen entwickeln sich in den Nestern nicht gleichzeitig mit ihren Geschwistern zu Adulten, sondern liegen als Ruhelarven ein weiteres Jahr in der Brutzelle. Sie »überliegen« und verlassen ihr Nest ein Jahr später als ihre Geschwister.

Auch wenn ungünstige Witterungsperioden (atlantischer Einfluß des Klimas, »Sommermonsun«) in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhundert Einbrüche in den Populationen einiger Arten bewirkt haben, so sind klimatische Einflüsse keinesfalls die alleinige Ursache für das Aussterben bzw. den extremen Rückgang so vieler Bienenarten.

6.1.2 Gegenspieler (Räuber und Parasiten)

Wildbienen sind, wie andere Insekten auch, Glieder von Nahrungsnetzen. Deshalb werden ihre Bestände auch durch natürliche Gegenspieler dezimiert. Aufgrund ihrer hochentwickelten Brutfürsorge haben Wildbienen meist ein nur geringes Vermehrungspotential. Um so mehr können Räuber und Parasiten bzw. Parasitoide die Populationsdichte sowohl sozialer wie solitärer Arten beeinflussen (vgl. Kap. 4). So berichtet STOECKHERT (1954), daß eine Population der Glanzbiene *Dufourea dentiventris* an der Böschung eines Waldweges infolge starker Vermehrung der Kraftbiene *Biastes truncatus* völlig erlosch. 50 Meter entfernt entwickelte sich in der Folge eine neue Nestansammlung der Glanz-

biene, an der sich bald darauf auch der zwischenzeitig fehlende Brutparasit wieder einstellte. Der gleiche Autor beobachtete, wie die Fleckenbiene *Thyreus orbatus* sich dermaßen vermehrte, daß ein kleiner Bestand der Pelzbiene *Anthophora borealis* nach wenigen Jahren ausgestorben war. Bei hoher Nestdichte kann die Taufliege *Cacoxenus indagator* gravierende Brutverluste der Mauerbienen *Osmia cornuta* und *Osmia rufa* verursachen, ebenso die Keulenwespe *Sapyga clavicornis* bei der Scherenbiene *Chelostoma florissomne*. Solche Gegenspieler können zwar lokal die Individuenzahl ihrer Wirte stark verringern, sie sind aber natürliche Glieder der Lebensgemeinschaften und sind daher kein eigentlicher Gefährdungsfaktor.

6.1.3 Sukzession

Verbuschung bzw. Wiederbewaldung brachgefallener Magerrasen oder der besonders wertvollen Weinbergsbrachen als Folge der natürlichen Sukzession verdrängen einen Großteil der Bienenarten, die aufgrund ihrer Wärmeliebe hier ihren Siedlungsschwerpunkt haben. Auch in Gruben verlieren Pioniere im Laufe der Zeit ihren Nistplatz, wenn nicht hin und wieder offene Flächen geschaffen werden.

6.2 Gefährdung durch den Menschen

Augenscheinlich sind nicht natürliche Ursachen für den starken Rückgang verantwortlich, vielmehr ist dieser in den immer intensiveren Eingriffen des Menschen in natürliche, naturnahe und Kulturokosysteme zu suchen. Zwar gibt es einige ausgesprochene Charakterarten des Bergwaldes, der weitaus größere Teil der Bienen liebt jedoch Trockenheit und Wärme und ist daher auf Lebensräume des Offenlandes angewiesen. Und gerade hier hat sich in weiten Teilen Mitteleuropas in den vergangenen Jahrzehnten ungeheuer viel verändert.

Ohne Zweifel hat der Mensch bereits in früherer Zeit natürliche Lebensräume zerstört, gleichzeitig hat er in den vergangenen Jahrhunderten durch die Nutzung des Landes das Angebot an Nistplätzen und Nahrungsquellen für zahlreiche Arten ungewollt erweitert. Vor allem die Rodung der Wälder hat mit Sicherheit die Lebensbedingungen der Offenlandbewohner unter den Wildbienen verbessert. Die Bewirtschaftung war früher viel extensiver und vielfältiger und die Landschaften waren dadurch

reicher strukturiert. So haben die Wildbienen letztlich über Jahrhunderte hinweg vom Menschen und seiner geringen Bewirtschaftungsintensität profitiert. Vor allem in den vergangenen drei Jahrzehnten ist mit einer rasanten Geschwindigkeit das Gegenteil zur Realität geworden. Mit fortschreitender Industrialisierung und Intensivierung wurden in weiten Bereichen auch zahlreiche ursprünglich vom Menschen geschaffene (anthropogene) Niststätten und Nahrungsräume wieder beseitigt oder nachhaltig beeinträchtigt. Dies wirkt sich deshalb besonders gravierend aus, weil vielfach die natürlichen Lebensräume ebenfalls nicht mehr vorhanden sind.

Ein Beispiel: Die südliche Oberrheinebene war noch vor 200 Jahren von ausgedehnten Kies- und Schwemmsandbänken, Uferabbrüchen, Pioniergehölzen und Auwäldern geprägt. Für eine Vielzahl von Bienenarten war sie der ursprüngliche (primäre) Lebensraum. Durch die Korrektur und Verbauung dieses Gewässersystems im letzten Jahrhundert wurde dieser Lebensraum zerstört. Viele Arten konnten auf inzwischen entstandene Sekundärlebensräume wie Kies- und Sandgruben oder Hochwasserdämme ausweichen. Werden diese nun nicht für Naturschutzzwecke gesichert oder entsprechend gepflegt, bedeutet dies die völlige Ausrottung dieser Arten, die jetzt keine Ausweichmöglichkeit mehr haben, zumal sie in Städte als »Tertiär« Lebensräume nicht einwandern können.

Die Veränderungen wirken sich nicht auf alle Bienenarten gleichermaßen aus: Nahrungsspezialisten bzw. Arten mit engen Ansprüchen an ihren Nistplatz verschwinden viel eher, während Generalisten bzw. Ubiquisten mit vergleichsweise weiten ökologischen Ansprüchen bestandsschädigende Veränderungen leichter »vertragen« können.

6.2.1 Hauptgefährdungsursachen

Die Gefährdung der Wildbienen durch die auf ihre Lebensräume einwirkenden Schadfaktoren wurden im Kapitel 2 bereits behandelt. Hier sollen noch einmal die Hauptgefährdungsursachen und die großräumig wirkenden Schadfaktorenkomplexe herausgegriffen und beleuchtet werden. Verantwortlich für den Rückgang sind indirekte wie direkte Beeinträchtigungen, die sich alle im wesentlichen auf folgende, sich oft addierende Faktoren zurückführen lassen:

- (1) Zerstörung der Niststätten
- (2) Vernichtung oder Verminderung des Nahrungsangebots
- (3) Direkte Dezimierung der Bestände

6.2.1.1 Zerstörung der Niststätten

Die meisten Arten sind in ihrer Nistweise mehr oder weniger hoch spezialisiert, können also bei Entzug ihrer spezifischen Nistgelegenheiten nicht ausweichen. Insofern bedeutet der Verlust der Nistmöglichkeiten einer Art gleichzeitig deren lokales Aussterben.

Die im Boden nistenden Arten sind durchweg stärker gefährdet als die oberirdisch nistenden Arten. Unter den ersten zeigen solche, die lockere Sande, vor allem Flugsande, bewohnen und deren Futterparasiten einen besonders hohen Gefährdungsgrad, da ihre Lebensräume, Binnendünen und Flugsandfelder, großflächig zerstört wurden. Zu dieser Artengruppe gehören u. a. die Seidenbiene *Colletes marginatus*, die Furchenbiene *Lasioglossum prasinum*, die Steppenbiene *Nomioides minutissimus*, die Sandbiene *Andrena argentata*, die Blattschneiderbiene *Megachile leachella*, eingeschränkt auch die Blattschneiderbiene *M. maritima*, die Kegelbienen *Coelioxys afra* und *Coelioxys conoidea*, die Pelzbiene *Anthophora bimaculata* sowie die Sandgängerbiene *Ammobates punctatus*, die teils bereits ausgestorben oder unmittelbar vom Aussterben bedroht sind. Auch die Besiedler von Steilwänden aus Löß, Lehm oder Sand, z. B. die Pelzbiene *Anthophora fulvitaris*, die Furchenbienen *Halictus quadricinctus* und *Lasioglossum limbellum* weisen einen besonders starken Rückgang auf. Das gleiche gilt für viele Arten, die vegetationsfreie horizontale Bodenstellen oder niedrige Abbruchkanten als Nistplätze benötigen, die sie in den heutigen Feldfluren großteils nicht mehr finden. Hierdurch gefährdete Bienenarten sind z. B. die Seidenbiene *Colletes fodiens*, die Furchenbiene *Halictus sexcinctus*, die Sandbienen *Andrena humilis* und *A. nycthemera*, die Hosenbiene *Dasypoda hirtipes* sowie die Bastardbiene *Trachusa byssina*.

Richtet sich der Naturschutz nach rein botanischen Gesichtspunkten, werden in der Regel die für die erdnistenden Bienenarten ungemein wichtigen vegetationsfreien bzw. vegetationsarmen Flächen kaum beachtet, zumindest aber nicht für gleichermaßen schutzwürdig wie floristisch hochwertige Flächen gehalten.

Bei den oberirdisch nistenden Arten ist die Gefährdung von der jeweiligen Nistweise abhängig. Alle Bewohner von Abwitterungshalden, felsdurchsetzten Südhängen und Trockenhängen im Weinbauklima, wie die Blattschneiderbiene *Megachile pilidens*, die Mörtelbiene *Megachile parietina*, die Kegelbiene *Coelioxys afra*, die Mauerbienen *Osmia andrenoides*, *O. ravouxi* und *O. villosa* sowie die

Zweizahnbiene *Dioxys tridentata* sind stark gefährdet oder vom Aussterben bedroht. Von den in Schneckenhäusern nistenden Mauerbienen zeigen *Osmia aurulenta*, *O. bicolor* und *O. rufohirta* zwar ebenfalls Rückgänge, im Bereich der Schwäbischen Alb ist ihre Bestandssituation aber noch nicht kritisch. Brachgefallene, aber noch nicht bewaldete Schafweiden (Wacholderheiden), Böschungen und südexponierte Waldränder sind dort noch verhältnismäßig verbreitet. In der Oberrheinebene hingegen zeigen diese Arten heutzutage eine viel geringere Dichte als früher, so daß hier von einer viel stärkeren Gefährdung auszugehen ist. Die Bestände der beiden wesentlich selteneren Schneckenhausbewohner *Osmia andrenoides* und *O. versicolor* sind dagegen im gesamten Land stark bedroht.

Gefährdet sind auch die Besiedler verlassener Schilfgallen, wie die Maskenbiene *Hylaeus pectoralis*, die allerdings in der jüngsten Zeit noch in mehreren ausgedehnten, inzwischen unter Schutz stehenden Landschilfbeständen Baden-Württembergs nachgewiesen werden konnte. Bewohner natürlicher Baumhöhlen wie die Baumhummel *Bombus hypnorum* können auf Ersatzhöhlen (Nistkästen) ausweichen und sind daher nicht gefährdet. Arten, die Käferfraßgänge zur Nestanlage bevorzugen, wie die Mauerbiene *Osmia gallarum* und *O. brevicornis*, sind durch den Rückgang von Totholzstrukturen bedroht. Solche Arten, die in morschem Holz nisten und gleichzeitig wärmeliebend sind wie die Holzbiene *Xylocopa violacea* sind besonders stark gefährdet. Mit dem Roden alter Streuobstbestände sind außer ihr auch andere Arten aus ehemaligen Verbreitungsräumen verschwunden. Gefährdet sind aber auch die Waldarten, die auf sonnenbeschienenes Morschholz angewiesen sind, wie die Pelzbiene *Anthophora furcata* und die Blattschneiderbiene *Megachile nigriventris*. Unter den Stengelbrütern erweisen sich nur die Arten als gefährdet, die besondere Wärmeansprüche stellen und daher vorwiegend im Weinbauklima vorkommen, wie die Keulhornbiene *Ceratina callosa*. Außerhalb der Wärmegebiete sind die Bewohner von dünnen Pflanzenstengeln, insbesondere von Brombeer- und Himbeerranken in der Regel nicht gefährdet, in Lagen unter 500 m dagegen solche Arten, die auf ein dichtes Netz trockenwarmer Ruderalstellen angewiesen sind, wie z. B. die Mauerbiene *Osmia tridentata* und die Wollbiene *Anthidium lituratum*, die bevorzugt in dünnen Königskerzen nisten.

6.2.1.2 Vernichtung oder Verminderung des Nahrungsangebots

Der Rückgang blüten- und artenreicher Vegetation und damit einhergehend die Verminderung der Nahrungsgrundlage von Wildbienen hat teilweise die gleichen Ursachen wie die Zerstörung der Nistplätze. Die Beurteilung der Schutzwürdigkeit der Vegetation nur nach der Seltenheit oder Gefährdung von Pflanzen bedeutet, daß die für Wildbienen wesentlich wichtigeren, aus Sicht des botanischen Artenschutzes aber oft wenig interessanten Nahrungspflanzen mißachtet und als weniger erhaltenswert betrachtet werden.

In der Regel sind Nahrungsspezialisten eher gefährdet als unspezialisierte Arten. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Pollenquellen generell abnehmen oder nur noch in wenigen Exemplaren an ihren Wuchsorten vorkommen, also nicht mehr ausreichend Nahrung für eine Bienenpopulation bieten, oder wenn ihre Nutzung durch Eingriffe (Mähen, Herbizideinsatz) während der Vegetationsperiode verhindert wird. Zu den gefährdeten Spezialisten gehören u.a. die Schlüfbiene *Rophites algius*, die Spiralthornbiene *Systropha planidens*, die Sandbienen *Andrena agillissima*, *A. curvungula*, *A. pandellei* und *A. marginata*, die Hosenbiene *Dasy-poda argentata* sowie die Langhornbienen *Eucera longicornis* und *Tetralonia macroglossa*.

Aber auch hinsichtlich der Nahrung unspezialisierte Arten können sehr wohl gefährdet sein, wenn sie auf einen bestimmten Nistplatz spezialisiert sind und dieser rückläufig ist. Dies gilt z.B. für viele Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*), die auf bestimmte Bodenverhältnisse zum Nisten angewiesen sind. Bienenarten, deren Pollenquellen überwiegend in blütenreichen Magerrasen und extensiv genutzten Fettwiesen wachsen, sind fast ausnahmslos gefährdet.

6.2.1.3 Direkte Dezimierung

Bekämpfung

Die (unbegründete) Furcht vor eventuellen Stichen führt immer wieder dazu, daß Nestansammlungen von Wildbienen, z. B. der Pelzbienen *Anthophora acervorum* und *A. plagiata* oder der Mauerbiene *Osmia rufa* zerstört werden. KEMPER & DÖHRING (1967) führen mehrere solche Fälle auf. So wurde eine Population der Mauerbiene *Osmia rufa* durch die Feuerwehr beseitigt. Bewohner eines Berliner Villenvororts fühlten sich durch einen Bestand der Sandbiene *Andrena flavipes* belästigt. RODE (1962) berichtet von einem Massenvorkommen der heute

stark gefährdeten Sandbiene *Andrena agillissima* in einer Mauer eines Wohnhauses, was den Besitzer veranlaßte, die Mauer mit Zementmörtel auszufüllen. Auch ich selbst wurde schon mehrfach von besorgten Bürgern geholt, in deren häuslichem Umfeld sich Wildbienen aufgrund günstiger Bedingungen angesiedelt hatten. Meist war aber eine entsprechende Aufklärung über deren Harmlosigkeit und Bedeutung im Naturhaushalt ausreichend, eine Bekämpfung zu unterlassen. Das Behandeln von Vögelnistkästen mit lange wirkenden Insektiziden gefährdet verschiedene Hummelarten. Auch Bekämpfungsaktionen gegen den Bienenwolf (*Philaenus trian-gulum*) erfolgen meist durch Vergiften seiner Nistplätze mit Insektiziden (E 605 Staub!), durch Abdecken mit Lehm oder durch Bepflanzung bzw. Ansaat (KEMPER & DÖHRING 1967, HIRSCHFELDER 1956). Solche Maßnahmen treffen aber gleichzeitig die Bienenarten, die an eben diesen Stellen zusammen mit dieser Grabwespe nisten.

Sammeln

Wildbienen haben aufgrund ihrer komplizierten Brutfürsorge in der Regel nur eine niedrige Fortpflanzungsrate. Insofern kann intensives Sammeln zur Dezimierung von Populationen beitragen. Durch Sammeln beeinträchtigt sind in erster Linie Arten, die durch Größe und Färbung oder ihre Bindung an bestimmte Nahrungspflanzen oder Nistplätze auffällig sind und daher von unerfahrenen oder unvernünftigen Sammlern nahezu quantitativ gesammelt werden können. Vor allem in Gebieten mit bedrohten Restbeständen oder in kleinflächigen, isoliert liegenden Lebensräumen kann sich das quantitative Sammeln negativ auf die Populationsentwicklung auswirken. Kritisch zu betrachten sind Farbschalenfänge. Zumindest in Gebieten mit inselartigen Vorkommen oder bedrohten Restbeständen kann diese Fangmethode bestandsgefährdend sein. Daß Arten dadurch völlig ausgerottet werden können, ist aber zu bezweifeln.

Auf jeden Fall fällt das Sammeln im Vergleich mit anderen Schadfaktoren als Gefährdungsursache überhaupt nicht ins Gewicht. Jahrzehntelang wurden in der Oberrheinebene immer wieder die gleichen Fanggebiete von verschiedenen Sammlern aufgesucht, ohne daß die Arten- bzw. Individuenzahl dadurch nachweislich abgenommen hätte. Der Einfluß des Sammelns auf die Populationen wird auch in Naturschutzkreisen oft unverhältnismäßig stark gewichtet. Dies hat in den letzten Jahren u.a. dazu geführt, daß selbst ein verantwortungsbewußter Faunist als Verursacher des Artenrückgangs hingestellt wird (»Jetzt fangen Sie auch noch die letzten

Schmetterlinge weg!«), während eine Person, die selbst in unmittelbarer Nähe eines Naturschutzgebietes Insektizide versprüht oder jemand, der seine Obstwiese mit dem Rasenmäher ständig kurz hält, kaum für den Rückgang von Schmetterlingen oder Wildbienen verantwortlich gemacht wird. Noch vor wenigen Jahren wurden zur Bekämpfung des Borkenkäfers leuchtend weiße, quadratische Pheromonfallen im Innern und im Randbereich von Wäldern eingesetzt. Bereits wenige mir zugeschickte oder von mir selbst aus Fallen entnommene Beifänge dieser »Biologischen Schädlingsbekämpfungsmaßnahme« enthielten von manchen Wildbienen-Arten (u. a. *Andrena clarkella*, *Nomada leucothorax*) mehr Individuen, als in sämtlichen Museen Baden-Württembergs als Ergebnis einer über 100jährigen Sammeltätigkeit aufbewahrt werden.

Wildbienen wurden in früheren Jahrzehnten wie andere Insekten zwar auch gehandelt, zwischenzeitlich ist der Handel mit ihnen aber längst eingestellt, so daß hier keine Gefährdung zu erkennen ist. Außer vereinzelt mediterranen oder tropischen Holzbienen tauchen Wildbienen so gut wie nie auf Insektenbörsen als Handelsware auf. Wenn heutzutage Wildbienen gesammelt werden, so geschieht dies durchweg aus rein faunistischen oder taxonomisch-systematischen Gründen ohne jeglichen kommerziellen Hintergrund. Eine echte Gefährdung ist daher nur in Ausnahmefällen gegeben.

6.2.2 Schadfaktorenkomplexe und Einzelschadursachen

6.2.2.1 Landwirtschaft

Die meisten Wildbienen-Arten haben ihren Siedlungsschwerpunkt im Offenland und dort in denselben Lebensräumen, die auch für eine landwirtschaftliche Nutzung von Interesse sind oder von ihr stark beeinflußt werden. Daher verwundert es nicht, daß Maßnahmen der Landwirtschaft den größten Einfluß auf die Bestände der Wildbienen haben. Zweifellos ist daher auch die heutige Intensität der Landbewirtschaftung neben den Flurbereinigungen die Hauptursache für den gravierenden Rückgang von Wildbienen in den Feldfluren (vgl. Kap. 2.16.1).

Die Veränderungen in der zunehmend industrialisierten Landwirtschaft der letzten drei Jahrzehnte sind gewaltig. An die Stelle vielfältiger, kleinflächiger Nutzungen sind großflächige, einseitige Kulturen getreten. Grenzertragsbereiche wurden entwä-

sert, aufgegeben oder aufgeforstet. Die zunehmende Ausbringung von Mineraldüngern und Gülle auf Wiesen hat viele Pflanzenarten verdrängt, die unverzichtbare Nahrungsquellen für Wildbienen sind. Häufige Mahd oder intensive Weidenutzung und erst recht die Umwandlung von Grün- in Ackerland verschlechtern das Nahrungsangebot von Wildbienen ebenfalls erheblich. In den Feldern fehlt das früher reichhaltige Blütenangebot durch mechanische und chemische »Unkraut«-Bekämpfung fast völlig. Selbst wenn noch Feldraine vorhanden sind oder diese beim Wegebau geschaffen wurden, so sind sie meist viel zu schmal und durch Abdrift oder gezielte Anwendung von Herbiziden sehr blütenarm, d. h. es herrschen wenige Grasarten vor. Die zunehmende Ackernutzung bis unmittelbar an den Hochwald (z. B. Mais- oder Getreidefelder) vernichtet die Kontaktbiozönose (Berührungslebensgemeinschaft) zwischen Feld und Wald.

Flurbereinigung

Flurbereinigungen sind behördlich geleitete Verfahren zur Neuordnung ländlichen Grundbesitzes. Dabei sollen u. a. die Produktions- und Arbeitsbedingungen in der Landwirtschaft verbessert und die allgemeine Landeskultur und Landesentwicklung gefördert werden. Nach der Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg vom 15. Oktober 1984 (Az. 46-4650) ist das wesentliche landschaftspflegerische Ziel der Flurbereinigung, die Landschaft unter Beachtung einer funktionsgerechten Zuordnung der Flächen sowie unter Erhaltung eines leistungsfähigen Naturhaushalts und eines ausgewogenen Landschaftsbildes so zu erhalten, daß

- die landschaftliche Eigenart und biologische Vielfalt möglichst erhalten und verbessert wird,
- vermeidbare Eingriffe in Natur und Landschaft unterbleiben und notwendige Eingriffe ausgeglichen werden und
- die Erholungsfunktion der Landschaft gewahrt und möglichst verbessert wird.

Für den Fortbestand der heimischen Natur und das Aussehen der Landschaft haben Flurbereinigungen somit ein großes Gewicht. In der Vergangenheit haben sie tiefgreifende Landschaftsveränderungen nicht nur in Baden-Württemberg verursacht. In erster Linie hat die Beseitigung von Kleinstrukturen (Ausräumung der Landschaft) zu einer Monotonisierung der Feldfluren und damit zu einem beispiellosen Rückgang von Wildbienen geführt. Zu den Landschaftselementen, die durch Flurbereinigungs-

maßnahmen besonders bedroht sind, gehören Feldgehölze, Hecken, Brachen, Ruderalstellen, Hohlwege, Feldraine, kleine Böschungen mit Abbruchkanten, Gräben, Tümpel, kleine Sand- und Lehmentnahmestellen, offene Bodenstellen aller Art, Elemente, die oft unter dem Begriff »Ödland« zusammengefaßt werden. Mit ihrer Dezimierung wird gleichzeitig das Angebot an Nistplätzen und Nahrungspflanzen der Wildbienen verringert.

Die Asphaltierung und Verschotterung von Erdwegen führen zur endgültigen Vernichtung wichtiger Nistplätze von bodennistenden Bienen. Zwar werden bei Flurbereinigungen auch neue Erdwege angelegt, aber wo sollen die Neubesiedler herkommen, wenn gleichzeitig durch die Befestigung die in den historisch gewachsenen Strukturen nistenden Bienen ausgerottet wurden? Hier wären die entsprechenden Maßnahmen im Abstand von vielen Jahren durchzuführen. Dies heißt also, daß erst dann, wenn ein neuer Weg nachweislich besiedelt worden ist, der alte beseitigt oder befestigt werden dürfte. Die Anlage von Wirtschaftswegen unmittelbar an Waldrändern hat die charakteristische Wildbienenfauna dieses Lebensraums vielerorts nachhaltig beeinträchtigt oder zerstört. Noch in jüngster Zeit wurden Wege- und Gewässerpläne aufgestellt, welche die Anlage von Wirtschaftswegen an bisher noch völlig intakten Waldrändern vorsehen und damit die Vernichtung praktisch der gesamten Waldrand-Lebensgemeinschaft vorprogrammieren.

Durch ihre Lebensweise sind Wildbienen oft an sehr kleinräumige und unauffällige Strukturen zur Nestanlage gebunden. Auf den ersten Blick geringfügig erscheinende Veränderungen oder Eingriffe können lokale Populationen völlig vernichten. Bei rückläufiger Populationsdichte sind die Restbestände besonders ortstreu, da in der Regel nur bei hoher Bestandesdichte neue, benachbarte Lebensräume aufgesucht werden. Durch Verinselung werden die Restpopulationen in ihren derzeitigen Lebensräumen festgehalten (vgl. MADER 1980).

Die von mir und einigen Mitarbeitern in den vergangenen Jahren durchgeführte Kartierung zeigte sehr deutlich, daß die in den letzten drei Jahrzehnten flurbereinigten Gebiete ausgesprochen wildbienenarm waren. Besonders deutlich erkennbar war die extreme Verarmung in solchen Fällen, wo aus dem entsprechenden Gebiet Aufsammlungen aus Zeiten vor der Flurbereinigung vorlagen (in Baden-Württemberg z.B. Kraichgau, Bauland, Taubergrund, Neckarland). In solchen Feldfluren können – wenn überhaupt noch genügend Nahrung vorhanden ist – nur noch sehr wenige und anspruchslose Arten (Ubiquisten) in individuenschwachen Populationen

existieren, wie die Sandbiene *Andrena haemorrhoa* oder die Furchenbiene *Lasioglossum calceatum*. Auf der anderen Seite zeigten noch nicht flurbereinigte, in der Regel vielfältig strukturierte Landschaftsteile – selbst bei inzwischen intensivierter Nutzung – eine wesentlich reichere Bienenfauna. Artenreiche Wildbienenvorkommen wurden in der Regel nur noch in Resten der historisch gewachsenen kleinbäuerlichen Kulturlandschaft festgestellt. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt Schwenninger (unveröff. Manuskript) in seinen 1985 bis 1987 durchgeführten Untersuchungen.

Die beispiellosen Zerstörungen alter süddeutscher Kulturlandschaften durch Rebumlegungen hatten schwerwiegende Auswirkungen auch auf die Wildbienenfauna (vgl. Kap. 2.12). Wo in den »historischen Weinberglandschaften« verschiedenste Kleinlebensräume (Brachflächen, Trockenmauern, Beerengärten, Böschungen, Hohlwege, Steilwände etc.) mosaikartig verteilt waren, wurden großflächige Rebkulturen angelegt. In den Lößgebieten, besonders im Kaiserstuhl und am Tuniberg, sind die diese Landschaften am meisten prägenden Elemente, die Lößwände, weitgehend Großböschungen gewichen. Diese Lockerlößflächen können die Steilwände aus gewachsenem Löß nicht ersetzen, da sie für Hartsustratnister ungeeignet sind (MOTK 1979a, 1979b). Es ist anzunehmen, daß die quantitative Vernichtung von Lößwänden auch den totalen Zusammenbruch der letzten Population der Pelzbiene *Anthophora fulvitaris* in Baden-Württemberg verursacht hat. Seit der Vernichtung einiger sehr bedeutsamer Trockenrasen im südlichen Kaiserstuhl im Zuge der Rebflurbereinigung konnte auch das einzige Vorkommen der Blattschneiderbiene *Megachile apicalis* in Baden-Württemberg nicht mehr bestätigt werden.

Manche südexponierten Großböschungen im Kaiserstuhl werden – sofern sie nicht bereits von Goldrute oder Waldrebe »versiegelt« sind – wieder besiedelt, in erster Linie durch Bienenarten, deren Hauptlebensraum Ruderalfluren sind oder die offene Bodenstellen zur Nestanlage bevorzugen. Ein Ersatz für zerstörte Magerrasen sind sie aber nicht. Typische Bewohner von Magerrasen und Felsstandorten können nach bisherigen Beobachtungen in die neuen Böschungen nicht einwandern. Daher ist die Unterschutzstellung sämtlicher noch übrig gebliebener naturnaher Lebensräume unverzichtbar, will man die noch vorhandenen Reste der typischen Kaiserstuhl-Fauna der Nachwelt erhalten.

Auch in anderen Weinbaugebieten Süddeutschlands (Schwarzwaldvorberge, Main-Tauber-Gebiet, Württemberg) waren die Folgen der Rebflurberei-

gungen schwerwiegend. Zahllose trocken aufgesetzte oder mit Lehm verfugte Natursteinmauern wurden durch Betonmauern ersetzt. Dadurch verschwanden nicht nur die in Mauerfugen und auf den Mauerkronen wachsenden Pflanzen, sondern auch die Nistplätze solcher Bienenarten, die hier siedelten. An manchen rebflurbereinigten Hängen in Württemberg wurde im Rahmen der Kartierung keine einzige der früher dort nachweislich vorkommenden wärmeliebenden Bienenarten wiedergefunden. Dies bedeutet, daß die Bestände in weiten Gebieten völlig ausgelöscht wurden.

Zwar werden in jüngster Zeit bei Flurbereinigungen verstärkt Anstrengungen unternommen, auch ökologische Belange zu berücksichtigen. Aber immer noch werden historisch gewachsene Kleinstrukturen, die für Wildbienen besonders wichtig sind, ersatzlos beseitigt. Wenn nur ein Teil des Gesamtlebensraums (Nistplatz oder Nahrungsraum) verloren geht, was häufig der Fall ist, führt dies bereits zum Verlust der gesamten Population einer Bienenart in dem betreffenden Flurbereinigungsgebiet. Was Hecken und Bäume betrifft, so wird zwar vermehrt für Neupflanzungen gesorgt, diese enthalten häufig aber nicht die vorher vorhandenen und oft auch nicht standortgerechte Gehölze. Selbst bei standortgerechter Auswahl können die Neupflanzungen ohnehin erst nach Jahrzehnten gleichwertige Funktionen wie die alten Hecken erfüllen. Was verschwunden ist, läßt sich nicht in kurzer Zeit wieder aufbauen. Die Beseitigung der blütenreichen Feldraine z.B. kann nicht durch das Pflanzen einer Hecke oder die Anlage eines Tümpels ausgeglichen werden. Oft bleiben solche Maßnahmen mehr oder weniger »Grünkosmetik«, die anspruchlose Arten fördert, den Rückgang der tatsächlich gefährdeten Arten aber nicht aufhalten kann. Das Ziel, die biologische Vielfalt zu erhalten oder gar zu verbessern, wurde in keinem mir bekannten Flurbereinigungsverfahren auch nur annähernd erreicht, zumindest was die Wildbienenfauna betrifft. Gerade im speziellen Fall der Wildbienen ist deshalb auch die Ausweisung von zusammenhängenden Naturschutzgebieten oder von »Biotopen« im Rahmen der Neuzuteilung, vielfach als positives Merkmal jüngerer Flurbereinigungen dargestellt, kein Ersatz für die Unzahl beseitigter Kleinstrukturen.

6.2.2.2 Forstwirtschaft

Auch die Forstwirtschaft ist ein nicht zu unterschätzender Gefährdungsfaktor, wenngleich auch hier den Belangen des Insekten-Artenschutzes zunehmend mehr Verständnis entgegengebracht wird.

Durch Beseitigung von Altholzbeständen einschließlich einzelner abgestorbener Bäume an sonnenbeschienenen Stellen, v.a. entlang von Waldwegen, Waldlichtungen und an äußeren Waldrändern, aus »forsthygienischen« oder aus Sicherheitsgründen (Spaziergänger) finden holzbewohnende Arten kaum noch Nistmöglichkeiten. Im Bestand belassene Baumstubben können hochstämmiges Totholz aus mikroklimatischen Gründen nur teilweise ersetzen. Die Beseitigung von Brombeerhecken auf Kahlschlägen entzieht den in dünnen Ranken nistenden Bienenarten den Nistplatz. Die Aufforstung fast aller Flugsandgebiete in der nördlichen Oberrheinebene, von Sand- und Wacholderheiden, Magerwiesen und Brachflächen hat durch Beschattung die Sonne und Wärme liebenden Arten verdrängt. Anstatt intensiv genutzte Agrarflächen für Aufforstungen auszuwählen, erfolgen diese in der Regel auf Grenzertragsflächen, die für einen erfolgversprechenden Wildbienenschutz aber unverzichtbar sind, z. B. vor den historisch gewachsenen Waldrändern der Hanglagen in den Mittelgebirgen.

Lichte Laub- und Mischwälder mit reicher Bodenvegetation wurden in der Vergangenheit oft in artenarme Wirtschaftsförste umgewandelt. Die (meist mechanische) »Unkraut«-Bekämpfung in Forstkulturen sowie die während des Sommers praktizierte Mahd entlang von Waldwegen führt zu einem schlagartigen Zusammenbruch des Nahrungsangebots für die im Wald lebenden Wildbienen.

6.2.2.3 Verkehrswegebau und Straßenverkehr

Durch die Asphaltierung und Betonierung von Erdwegen werden genauso wie durch deren Verschotterung wichtige Nistplätze bodennistender Wildbienen zerstört. Auch der Straßenbau führt nach wie vor zur Vernichtung bedeutender Bienenlebensräume. Die in den letzten Jahren so in Mode gekommene Anlage eines Amphibientümpels als »Ausgleichsmaßnahme« kann niemals Ersatz für die Zerstörung z. B. eines Sandtrockenrasens sein.

Auch der Straßenverkehr beeinträchtigt Wildbienen. Neben vielen anderen Arten sind auch die Hummeln betroffen. »Gerade, wo Straßen durch Wälder führen oder wo die Fahrbahnen auf Dämmen liegen, sind diese Straßen zu den Schlachtbänken unserer Hummelwelt geworden. Man muß sich vergegenwärtigen, daß die dicken und schwer beladenen Hummeln, dicht über der Fahrbahn fliegend, vom Straßenverkehr besonders leicht erfaßt werden. Im zeitigen Frühjahr sind dies Stockmütter zukünftiger Hummelvölker. Der Straßentod jeder Frühjahrshummel bedeutet daher gleichzeitig den Ver-

lust eines großen Hummelvolkes, dessen Arbeiterinnen im Sommer fehlen« (PREUSS 1982). DONATH (1985) hat die Rolle dieses Gefährdungsfaktors anhand einer Aufsammlung tot oder tödlich verletzt im Straßenbereich aufgefundenen Hummelköniginnen verdeutlicht.

6.2.2.4 Wasserbau und Gewässerunterhaltung

Auch der Wasserbau hat die Bestände von Wildbienen, insbesondere der Flußauenbewohner stark dezimiert. Die nahezu vollständige Verbauung des südwestdeutschen Gewässersystems, insbesondere die Rheinkorrektion, hat deren ursprüngliche Niststätten, Kies- und Schwemmsandbänke sowie Uferabbrüche, beseitigt. Zumindest ein Teil der Arten konnte auf Hochwasserdämme zum Nisten ausweichen, die nun eine wichtige Ersatzfunktion übernommen haben, aber immer noch zu wenig nach Artenschutzgesichtspunkten unterhalten werden (vgl. WESTRICH 1985a). Bei Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen an Gewässern werden immer noch Schilfbestände und alte Ufergehölze beseitigt. Dadurch gehen die Nistplätze von Schilf- und Altholzarten verloren. Auch Steilufer kleinerer Gewässer wurden und werden durch wasserbauliche Eingriffe dezimiert. Die Beseitigung des Blütenhorizonts (Hochstaudenvegetation) entlang von Gräben oder kleineren Fließgewässern in der Feldflur durch Mähen oder Mulchen während der Vegetationsperiode führt zur schlagartigen Vernichtung des dort oft einzigen Nahrungsangebots von Wildbienen.

6.2.2.5 Freizeitnutzung

Durch intensive Freizeitnutzung sind vor allem die Küsten- und Binnendünen beeinträchtigt. OLBERG (1959) weist darauf hin, daß sandige Nistplätze durch häufiges Betreten während der Brutzeit in ihrem Mikorelief so verändert werden, daß die Sandnister ihre Nester nicht mehr wiederfinden und somit Brutverluste unvermeidlich sind. In Sand-, Kies- und Lehmgruben werden Niststätten durch Motocross-Sport zerstört, jedenfalls solange dieser während der Vegetationsperiode ausgeübt wird. KREBS & WILDERMUTH (1976) berichten von der Zerstörung einer Nestansammlung der Hosenbiene *Dasypoda hirtipes* durch diese Art der Freizeitbetätigung. Wird diese nur während der Wintermonate und mäßig praktiziert, kann sie auch zur Schaffung von Pionierflächen beitragen. Ähnlich sieht es mit dem Reiten auf unbewachsenen Sand- und Lehmflächen, z. B. sonnigen Waldwegen, aus. Der Bade-

betrieb spielt sich an Baggerseen meist gerade in den Bereichen ab, in denen sich noch offene Sandflächen befinden. Lediglich im zeitigen Frühjahr, wenn noch kaum gebadet wird, können einzelne Erdbewohner (z. B. *Andrena vaga*) Nester bauen. Die nachhaltige Zerstörung der Pflanzendecke auf den Skipisten der Mittel- und Hochgebirge führt für viele Jahre zum Ausfall des Nahrungsangebots für Wildbienen der Bergregionen.

6.2.2.6 Rekultivierung

Die Entnahme von Sand, Kies, Lehm oder Gesteinen kann auf der einen Seite die Zerstörung wertvoller Bienenlebensräume beinhalten (z. B. Flugsandfelder, Auwaldreste, Felshänge), auf der anderen Seite können aufgelassene Entnahmestellen zweifellos zu einer Erweiterung des Nistplatz- und Nahrungsangebots führen. Dieses wird aber meist wieder durch Verfüllung und Rekultivierung zunichte gemacht. Landschaftspflegerische Maßnahmen beinhalten meist eine Abschrägung der Böschungen und Steilwände, den Auftrag von Mutterboden und eine Bepflanzung mit Gehölzen, wodurch oft hervorragende Wildbienen-Nistplätze unwiederbringlich verlorengehen. Wenn bei den Planungen zur Renaturierung von Abbaugebieten die Erhaltung der Tierwelt berücksichtigt wird, so profitieren davon meist nur Amphibien, Libellen oder Wasserkäfer, kaum aber die Insektenfauna der trockenen Bereiche. Insgesamt ist bisher die Zahl der Sand-, Kies- oder Lehmgruben, die für Ziele des Naturschutzes gesichert wird, bei weitem zu gering.

6.2.2.7 Abbrennen der Vegetation

Durch das immer noch verbreitete, aber illegale Abbrennen von Gestrüpp sowie von Stauden- oder Grasfluren werden in Stengeln überwinternde Larven oder Imagines vernichtet. Auch das Verbrennen toter oder morscher Äste oder ganzer Bäume nach dem Fällen tötet die gesamte holzbewohnende Fauna.

6.2.2.8 Dorferneuerung und innerstädtisches Grün

Alte Gebäude mit lehmverputtem Mauerwerk oder lehmverputzten Gefachen und alte Holzschuppen waren im Siedlungsbereich die besten Niststätten oberirdisch bauender Wildbienen. Durch den Abbruch dieser Bauten sowie die Verwendung neuer Baumaterialien und durch moderne Bauweisen sind die hier lebenden Arten auch im Siedlungsbereich stark zurückgegangen (vgl. HAESELER 1972, PREUSS

1980). Die Verstädterung der Dörfer und die damit einhergehende nahezu vollständige Versiegelung von Wegen, Höfen und Plätzen hat zahlreichen erdbewohnenden Wildbienen die im Siedlungsraum einzigen Nistplätze entzogen und gleichzeitig zu einem katastrophalen Rückgang der typischen dörflichen Flora geführt. Die Aktionen im Rahmen des Wettbewerbs »Unser Dorf soll schöner werden« haben ihr übriges zur Dezimierung der charakteristischen Dorfpflanzen und -wildbienen getan. Im Rahmen von »Dorfsanierungen« erfolgt wie in den Städten eine weitestgehend monotone, artenarme Bepflanzung öffentlicher Grünflächen, die kaum noch für Wildbienen geeignete Nahrungsquellen enthalten. Struktureiche Ortsrandbereiche (z. B. Streuobstwiesen) sind Wohnbebauung, Gewerbegebieten oder Erholungseinrichtungen ersatzlos gewichen.

Auch in Städten erleiden Wildbienen unnötige Verluste. Anstatt Pionierstandorten (Ruderalflora) mehr Raum einzuräumen, wird deren Entstehung durch humusreichen Bodenauftrag und durch Bepflanzung sowie durch Abdecken mit Rindschrot verhindert. In Parkanlagen wird die Entwicklung von blütenreichen Blumenwiesen oder Gebüschsäumen durch regelmäßigen Einsatz des Rasenmähers blockiert. Wildwachsende Rankenpflanzen an Zäunen (z.B. Zaunrube, Zaunwinde) oder sich selbst einstellende Wildpflanzen auf Mittelstreifen werden oft mitten in der sommerlichen Blütezeit beseitigt. Undifferenzierte Mähpläne erfassen zu oft auch kurz- oder langlebige Ruderalfluren, die überhaupt nicht gemäht werden sollten.

Anstatt Blumenwiesen werden ums Haus herum sterile Zierrasenflächen angelegt und in den Gärten richtet sich die Auswahl der Pflanzen meist nach rein ästhetischen Gesichtspunkten (z. B. Pflanzen mit gefüllten Blüten) oder nach der Leichtigkeit der Pflege (Bodendecker).

6.2.2.9 Gefährdung durch Umweltchemikalien

Durch den Menschen werden nicht mehr überschaubare Mengen an chemischen Substanzen direkt oder indirekt in die Umwelt gebracht und bewirken eine erhebliche Gefährdung der Ökosysteme. Zu den umweltbelastenden Stoffen gehören Pestizide und Emissionen.

Pestizide sind chemische Schädlingsbekämpfungsmittel und sonstige Umweltgifte, die je nach Anwendungsart eigene Bezeichnungen haben, z.B. dienen Insektizide der Insektenabtötung, Herbizide der Vernichtung unerwünschter Pflanzen (»Unkräuter«), Fungizide der Pilzbekämpfung. Manche

Pestizide werden auch als Pflanzenschutzmittel, besser Pflanzenbehandlungsmittel bezeichnet. Die heutige Landwirtschaft ist ohne den Einsatz von Pestiziden kaum noch vorstellbar. Der jährliche Absatz der zugelassenen Mittel hat in der Bundesrepublik Deutschland inzwischen die 30000 Tonnen-Grenze überschritten.

Die meisten Pestizide sind chemisch sehr stabil und oft hochgiftig. Vor allem die chlorierten Kohlenwasserstoffe reichern sich aufgrund ihrer Fettlöslichkeit in Nahrungsketten an. Längst ist davon auch der Mensch betroffen, da bekanntermaßen ja bereits die Muttermilch mit Pestiziden aller Art hoch belastet ist. Über die Gefährdung von Organismen aller Art liegt eine riesige Zahl von Arbeiten vor. Vor allem die Auswirkungen auf den Vogelorganismus sind gut untersucht (Zusammenstellung bei HÖLZINGER 1987). Ganz allgemein kann man daher davon ausgehen, daß wildlebende Pflanzen und Tiere, also auch Bienen, durch die Anwendung von Pestiziden gefährdet sind. Art und Grad der Beeinträchtigung speziell von Wildbienen hängen jedoch stark von der jeweiligen Substanz und der Art ihrer Anwendung ab.

Insektizide

Insektizide dienen der Vernichtung von Insekten. Unter ihnen wird allgemein zwischen bienengefährlichen und bienenungefährlichen Mitteln unterschieden, wobei hier unter »Biene« wie auch im landläufigen Sinne nur die Honigbiene verstanden wird. Bisher wurde bei allen Tests auf die Bienenverträglichkeit von Pestiziden fast ausschließlich die Honigbiene herangezogen. Lediglich über einige wenige Wildbienenarten, die als Bestäuber bestimmter landwirtschaftlicher Kulturen eine besondere Bedeutung erlangt haben, wie die Blattschneiderbiene *Megachile rotundata*, die Alkalibiene *Nomia melanderi* und einige Hummelarten, liegen Untersuchungen vor (vgl. JOHANSEN 1973, TORCHIO 1973, TASEI et al. 1977, GRABOWY 1985). Dabei erwies sich *Megachile rotundata* als besonders empfindlich, wenn sie im Feld mit Insektiziden in Berührung kam, gefolgt von der Alkalibiene und den Hummeln. Offensichtlich ist die Toleranz gegenüber Insektiziden bei den einzelnen Bienenarten verschieden, die Datenmengen hierüber sind jedoch sehr gering. Es liegt nahe, daß Gifte, die Honigbienen töten, auch Wildbienen treffen. Da aber die bisher untersuchten Wildbienen unterschiedlich tolerant sind gegenüber giftigen Substanzen, ist auch bei den sogenannten bienenungefährlichen Mitteln eine Wirkung auf Wildbienen nicht grundsätzlich auszuschließen.

Vergiftungen von Honigbienen durch Insektizide werden seit Jahrzehnten immer wieder verzeichnet. Bereits im letzten Jahrhundert hat es sie gegeben. Früher hatten sie aber nur eine begrenzte und nur sehr lokale Wirkung bis die moderne Forschung Mittel entwickelt hat, die nicht nur für den Einsatz bei allen möglichen Nutzpflanzen bestimmt sind, sondern auch auf riesigen Agrarflächen ausgebracht werden. Von Vergiftungen sind in der Bundesrepublik pro Jahr etwa 3500 Bienenvölker betroffen, wobei die Dunkelziffer weitaus höher liegen dürfte (HAUCK et al. 1979). Um massive Bienenschäden zu vermeiden hat der Gesetzgeber mit der Verordnung zum Schutz der (Honig)Bienen vor Gefahren durch Pflanzenschutzmittel (Bienenschutzverordnung) vom 19. Dezember 1972 die gesetzliche Grundlage zu einem besseren Bienenschutz geschaffen. Nach dieser Verordnung sind bienengefährliche Pflanzenschutzmittel solche, die die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft mit der Auflage zugelassen hat, sie als »bienengefährlich« zu kennzeichnen. So ist es verboten, blühende Pflanzen direkt mit diesen Mitteln zu behandeln, sie dürfen bei der Anwendung aber auch indirekt (z. B. durch Abdrift) nicht mitgetroffen werden. Blühende Pflanzen im Sinne dieser Verordnung sind Pflanzen, an denen sich geöffnete Blüten befinden, außer Hopfen und Kartoffeln, die von Bienen nicht befliegen werden.

Eine Vergiftung von Wildbienen durch bienengefährliche Insektizide kann entstehen, wenn

- nektar- oder pollenspendende Pflanzen während der Blüte behandelt werden,
- nahrungsspendende Unterkulturen oder Wildkräuter mit getroffen werden,
- solche Mittel in der Nähe von Nistplätzen angewendet werden oder auf diese abdriften.
- solche Mittel an Stellen gelangen, wo Wildbienen Wasser, Erde oder pflanzliches Material zum Nestbau holen,
- solche Mittel auf Blätter, Zweige, Stämme oder sonstige Stellen gelangen, wo Wildbienen rasten oder sich sonnen,
- wo fliegende Wildbienen während der Ausbringung in die Abdrift geraten.

Richtet sich die Zeit der Anwendung nur nach dem Honigbienenflug, schließt dies eine Beeinträchtigung von Wildbienen ebenfalls nicht aus, da manche Wildbienenarten (z. B. Hummeln) zu Zeiten und bei Temperaturen aktiv sind, wo die Honigbienen im Stock bleiben.

Kontaktgifte treffen die Männchen (deren Verlust nach Erfüllung ihrer paarungsbiologischen Aufgabe eher zu verschmerzen ist) und die nestbauenden

den Weibchen, Fraßgifte gelangen über den Pollen in die Brutzellen und vernichten die Larven. Massive Vergiftungen von Honigbienen treten z. B. durch eine große Zahl toter Bienen vor den Stöcken viel schneller und deutlicher in Erscheinung als die von Wildbienen, um die sich ohnehin meist niemand kümmert und deren Vergiftung daher auch kaum registriert wird. Soziale Insekten wie die Honigbiene können Verluste einzelner oder geringer Mengen von Arbeiterinnen durch eine fortschreitende Volkentwicklung besser kompensieren als Solitärbienen, wo der Verlust bereits eines Weibchens viel schwerer wiegt. Während Honigbienenvölker vor Insektizidspritzungen rechtzeitig entfernt werden können, ist dies bei Wildbienen aufgrund ihrer unterschiedlichen Lebensweise und Nistansprüche nicht möglich. Wildbienen sind also durch die Bienenschutzverordnung – selbst bei korrekter Befolgung – nur unzureichend geschützt.

Herbizide

Herbizide dienen der Vernichtung von Pflanzen, die auf Äckern, Wiesen und Weiden, in Gärten, Baumschulen und Weinbergen aus welchen Gründen auch immer unerwünscht sind und daher als »Unkräuter« bezeichnet werden. Dabei kann es sich um Gräser, krautige Pflanzen oder Gehölze handeln. Vor allem in der Landwirtschaft werden riesige Mengen solcher »Unkrautvernichtungsmittel« eingesetzt. In früherer Zeit konnten sich trotz mechanischer Bekämpfung durch tieferes Pflügen, wiederholtes Hacken, Eggen und intensive Stoppelbearbeitung zahlreiche Wildkräuter auf den Äckern halten. Aber erst der seit Anfang der 60er Jahre sich stürmisch ausbreitende und heute großflächige Einsatz von Herbiziden brachte einschneidende Veränderungen mit sich und hat bundesweit zu einer gravierenden Dezimierung der Nahrungspflanzen von Bienen vor allem auf landwirtschaftlichen Nutzflächen geführt. Herbizide wurden aber auch auf anderen Flächen wie Feldrainen, Böschungen, Straßenrändern, Wegen und Plätzen angewendet und haben die Nahrungsverknappung noch beschleunigt. Unzählige Wildkräuter sind unverzichtbare Nahrungspflanzen von Wildbienen, werden aber als »Unkräuter« betrachtet und bekämpft. So sind die ehemals in den Getreidefeldern häufigen Arten Kornblume, Hedereich, Ackersenf, Klatschmohn und andere mehr hervorragende Nektar- bzw. Pollenquellen. Bestäubungsleistungen können von Wildbienen kaum noch wahrgenommen werden, weil außer den zu bestäubenden Nutzpflanzen, die allein oft nicht als Nahrungsgrundlage dienen können, keine weiteren Nahrungsquellen mehr vorhanden sind.

Der Haupteffekt der Anwendung von Herbiziden ist also die Vernichtung der Nahrungsquellen. Ihr Einsatz ist daher wesentlich mitverantwortlich für den gravierenden Rückgang der Wildbienenfauna in den ehemals ausgesprochen wildbienenreichen Feldfluren. Während ein Insektizideinsatz zumeist von einem kleinen Prozentsatz überlebt wird, hat der Ausfall der Nahrungspflanzen für die gesamte Population eine katastrophale Wirkung.

Insofern ist es als ein Fortschritt zu begrüßen, wenn aufgrund des am 1.1.1987 in Kraft getretenen novellierten Pflanzenschutzgesetzes Herbizide nur noch auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht werden dürfen. Pflanzenbehandlungsmittel dürfen bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung u. a. keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Tier- und Pflanzenarten und auf den Naturhaushalt haben. Der Naturhaushalt schließt Wildbienen mit ein. Es ist daher notwendig, daß auch Wildbienen in Zukunft vor der Zulassung eines Pflanzenbehandlungsmittels Gegenstand des Prüfungsverfahrens sind.

Wenigstens teilweise kann der enormen Blütenarmut in der heutigen Feldflur durch herbizidfreie Randstreifen entgegengewirkt werden. Alle Schutzprogramme für Ackerwildkräuter sind daher vorbehaltlos zu begrüßen.

Emissionen

In einer zusammenfassenden Arbeit über den Zusammenhang zwischen Pestiziden und Bestäubern führt JOHANSEN (1977) auch Emissionen als Ursache für Bienengefährdungen an. So kann Smog einen negativen Effekt auf Bienen ausüben. Hohe Ozonwerte (1–5 ppm) erwiesen sich als für Honigbienen toxisch, das gleiche gilt für Arsenstäube, Fluor und Cyanide. Die Luftverschmutzung läßt sich auch in Honigen nachweisen, dessen Ausgangsprodukte von den Bienen in der Nähe von stark befahrenen Straßen und Industrieanlagen gesammelt wurden.

Daß Emissionen ein denkbarer Gefährdungsfaktor sind, liegt nahe, denn viele Arten sind auch in Gebieten ohne erkennbare Lebensraumveränderung zurückgegangen. Mit giftigen Abwässern oder Detergentien belastete Gewässer sind ebenfalls bienengefährlich (HAUCK et al. 1979). Auch Holzimprägnierungsmittel können auf holzbewohnende Wildbienen tödlich wirken.

Über die mit Stickoxiden verschmutzte Luft werden bei Regenfällen Magerrasen in unerwünschter Weise gedüngt. Dies führt zu einer Verschiebung des pflanzlichen Artenspektrums und damit auch zum Verlust von Nahrungspflanzen der Wildbienen.

6.3 Rote Liste der Bienen

6.3.1 Vorbemerkungen

Rote Listen sollen Grundlagen für die Planung und Durchführung von Arten- und Biotopschutzmaßnahmen sein und als politisches Hilfsmittel des Naturschutzes dienen. Durch die Vielfältigkeit der Naturräume in Mitteleuropa und die regional unterschiedliche Ausgangssituation bedingt, besitzen Rote Listen nur für ein begrenztes Gebiet Gültigkeit. In der Bundesrepublik Deutschland z. B. können einzelne Arten regional vom Aussterben bedroht sein, bezogen auf das gesamte Bundesgebiet kann ihr Bestand aber noch ungefährdet sein.

So gibt es von der Furchenbiene *Lasioglossum prasinum* in den Dünen der Nordsee-Inseln noch ausgedehnte Nestansammlungen (HAESLER 1984), in Süddeutschland ist diese Art aber als Bewohner von Binnendünen und Flugsandfeldern hochgradig gefährdet. Umgekehrt ist die Mauerbiene *Osmia bicolor* in süddeutschen Mittelgebirgen weit verbreitet, in Norddeutschland kommt sie aber nur ganz lokal vor und ist stark bedroht. Regionale Listen sind daher Bundeslisten immer vorzuziehen und bei einer Fortschreibung der Roten Liste der Wildbienen der Bundesrepublik ist zumindest eine Unterteilung in Nord- und Süddeutschland notwendig, oder noch besser in Nord-, Mittel- und Süddeutschland.

Die Auswertung von Faunenverzeichnissen kann nicht alleinige Grundlage für die Aufstellung von Roten Listen sein. Langjährige Felderfahrung und detaillierte Kenntnisse der Lebensweise und der ökologischen Ansprüche der einzelnen Arten sind nötig, um grobe Fehleinschätzungen zu vermeiden. Um einen Überblick über die Verbreitung und Häufigkeit einzelner Arten in früheren Jahrzehnten zu erhalten, ist ein gründliches Studium des noch verfügbaren Museumsmaterials und der Privatsammlungen notwendig. Daraus ergibt sich auch die Überprüfung älterer faunistischer Angaben, da Falschmeldungen aufgrund der oft schwierigen Determination von Wildbienen immer wieder zu verzeichnen sind.

Im Bundesgebiet werden 5 Gefährdungskategorien unterschieden: »Ausgestorben oder verschollen« (Gefährdungskategorie 0), »Vom Aussterben bedroht« (Gefährdungskategorie 1), »Stark gefährdet« (Gefährdungskategorie 2), »Gefährdet« (Gefährdungskategorie 3) und »Potentiell gefährdet« (Gefährdungskategorie 4) (BLAB, NOWAK, SUKOPP & TRAUTMANN 1984). Diese Kategorien sind ursprünglich für Wirbeltiere und Blütenpflanzen erar-

beitet worden. Ihre Anwendung auf Wirbellose, speziell auf Wildbienen, bleibt problematisch, da die derzeitigen Kenntnisse nicht bei allen Arten eine sichere Zuordnung gestatten.

Rote Listen von Wildbienen wurden bisher für das Bundesgebiet von RÜHL (1977) sowie von WARNCKE & WESTRICH (1984) erstellt, für Baden-Württemberg von WESTRICH & SCHMIDT (1985a). In der Liste von Baden-Württemberg wurden die Gefährdungskategorien teilweise an die spezielle Situation der Stechimmen angepaßt. In der jetzigen Fassung waren folgende Kriterien für die Aufnahme in die Rote Liste maßgebend:

Gefährdungskategorie 0: **Ausgestorben oder verschollen**

In Baden-Württemberg ausgestorbene oder verschollene Arten, denen bei Wiederauftreten besonderer Schutz gewährt werden muß.

Kriterien:

- Arten, die seit längerer Zeit (mindestens seit 15 Jahren) trotz mehrfacher Kontrolle der bekannten Fundplätze nicht mehr nachgewiesen wurden oder deren wenige Fundorte nachweislich zerstört sind.
- Arten, die mindestens seit 1960 nicht mehr nachgewiesen wurden und bei denen daher der begründete Verdacht besteht, daß ihre Vorkommen erloschen sind. Fast stets sind die Fundplätze aber nicht mehr exakt zu ermitteln. Ein Wiederauffinden dieser Arten ist daher nicht gänzlich ausgeschlossen. Dieses Kriterium wurde insofern sehr streng angewendet, als solche Arten, die zuletzt vor 1960 nachgewiesen wurden, generell aber sehr selten und in großen zeitlichen Abständen aufgefunden werden, im Zweifelsfall zur Kategorie 4 gestellt wurden.

Gefährdungskategorie 1: **Vom Aussterben bedroht**

In Baden-Württemberg unmittelbar vom Aussterben bedrohte Arten, für die gezielte Schutzmaßnahmen äußerst dringlich sind. Das Überleben dieser Arten in Baden-Württemberg ist unwahrscheinlich, wenn die bestandsbedrohenden Faktoren weiterhin einwirken oder bestanderhaltende Schutz- und Hilfsmaßnahmen nicht unternommen werden bzw. wegfallen.

Kriterien:

- Arten, die nur in Einzelvorkommen oder wenigen, isolierten und kleinen bis sehr kleinen Beständen auftreten, die aufgrund gegebener oder absehbarer Eingriffe ernsthaft bedroht sind.
- Arten, deren Bestände durch lange anhaltenden, starken Rückgang auf eine bedrohliche bis kriti-

sche Größe zusammengeschmolzen sind oder deren Rückgangsgeschwindigkeit im größten Teil des heimischen Areals extrem hoch ist. (Diese Arten sind in den älteren Sammlungen von relativ vielen Fundorten und relativ zahlreich vertreten, von ihnen liegen in den letzten 15 Jahren aber nur noch vereinzelte Funde vor.)

Die Erfüllung eines der Kriterien reicht zur Anwendung der Kategorie aus.

Gefährdungskategorie 2: **Stark gefährdet**

Im nahezu gesamten heimischen Verbreitungsgebiet gefährdete Arten, für die Schutzmaßnahmen dringend erforderlich sind.

Kriterien:

- Arten mit landesweit kleinen Beständen.
- Arten, deren Bestände im nahezu gesamten heimischen Verbreitungsgebiet signifikant zurückgehen oder regional verschwunden sind.

Die Erfüllung eines der Kriterien reicht aus.

Gefährdungskategorie 3: **Gefährdet**

In großen Teilen des heimischen Verbreitungsgebietes gefährdete Arten, für die in vielen Fällen Schutzmaßnahmen erforderlich sind.

Kriterien:

- Arten mit regional niedrigen oder sehr kleinen Beständen.
- Arten, deren Bestände regional bzw. vielerorts lokal zurückgehen oder bereits verschwunden sind.

Die Erfüllung eines der Kriterien reicht aus.

Gefährdungskategorie 4: **Potentiell durch Seltenheit gefährdet**

Selten beobachtete Arten, sofern diese nicht bereits wegen ihrer akuten Gefährdung in die Kategorien 1 oder 2 übernommen wurden. Dabei handelt es sich in der Regel um Arten, über deren Bestandesentwicklung und oder über die Ursache ihrer Seltenheit (noch) keine sicheren Angaben möglich sind. Es ist daher schwer abzuschätzen, inwieweit diese Arten derzeit gefährdet sind. Potentiell können sie aber z. B. durch den Bau einer einzigen Straße gefährdet oder sogar vom Aussterben bedroht sein.

Für die Aufnahme kleiner, unauffälliger, wenig bekannter Arten sowie Einzelfunde in die Rote Liste wurden strenge Maßstäbe angelegt. Außerdem sind nur Arten enthalten, die anhand von Sammlungsmaterial aus Baden-Württemberg belegt sind.

Rote Listen sollten alle 5 Jahre aktualisiert werden. Die hier vorgelegte Fassung verliert also schon mit der nächsten Fortschreibung ihre Gültigkeit.

Bei veränderter Bestandessituation sind die entsprechenden Arten anders einzustufen bzw. aus der Liste zu streichen oder es müssen zusätzliche Arten aufgenommen werden.

Eine unkommentierte Rote Liste ohne nähere Erläuterungen hat nur eine begrenzte Aussagekraft und birgt die Gefahr unkritischer Bewertungen nach rein quantitativen oder statistischen Aspekten. Ist eine lokale Bienenpopulation etwa weniger schützenswert, wenn die betreffende Art »nur« in die Kategorie »gefährdet« eingestuft ist? Ist ein Lebensraum charakteristischer Ausprägung nicht auch dann erhaltenswert, wenn in ihm (noch) keine oder nur wenige gefährdeten Arten nachgewiesen sind, aber lebensraumtypische Arten vorkommen? Unsere ethische Verantwortung und das Naturschutzgesetz verpflichten uns zur Erhaltung aller Arten. Im Speziellen Teil des Buches sind aus den Steckbriefen die Bestandessituation in Baden-Württemberg und die ökologischen Ansprüche der Arten, soweit bekannt, zu ersehen. Die Berücksichtigung dieser Informationen ist bei allen Maßnahmen zum Schutz von Wildbienen unverzichtbar.

Aufgrund der oben angeführten Kriterien sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt (August 1988) in Baden-Württemberg 244 von insgesamt 429 Bienenarten, also 57 % nachweislich in ihren Beständen gefährdet oder vom Aussterben bedroht. Im Jahre 1985 waren es noch 196 Arten (46 %). Eine steigende Tendenz ist daher unverkennbar. Da derzeit von vielen Arten noch zu wenig bekannt ist, um ihre konkrete Gefährdung abzuschätzen, ist mit einer Aufnahme weiterer Arten in die Rote Liste dann zu rechnen, wenn mehr über diese Arten in Erfahrung gebracht wird.

Die Rote Liste-Arten verteilen sich auf die einzelnen Kategorien wie folgt:

0: Ausgestorben oder verschollen	28 = 7 %
1: Vom Aussterben bedroht	40 = 9 %
2: Stark gefährdet	65 = 15 %
3: Gefährdet	77 = 18 %
4: Potentiell gefährdet	34 = 8 %

6.3.2 Rote Liste der Bienen Baden-Württembergs

	Gefährdungskategorie				
	0	1	2	3	4
<i>Ammobates punctatus</i>	.	1	.	.	.
<i>Andrena agilissima</i>	.	.	2	.	.
<i>Andrena apicata</i>	4
<i>Andrena argentata</i>	0	.	.	.	.
<i>Andrena barbilabris</i>	.	.	.	3	.
<i>Andrena bucephala</i>	4
<i>Andrena carbonaria</i>	.	1	.	.	.
<i>Andrena chrysopus</i>	.	.	2	.	.
<i>Andrena cineraria</i>	.	.	.	3	.
<i>Andrena clarkella</i>	.	.	.	3	.
<i>Andrena combinata</i>	.	.	2	.	.
<i>Andrena congruens</i>	.	.	2	.	.
<i>Andrena curvungula</i>	.	.	2	.	.
<i>Andrena decipiens</i>	0	.	.	.	.
<i>Andrena denticulata</i>	.	.	.	3	.
<i>Andrena distinguenda</i>	0	.	.	.	.
<i>Andrena eximia</i>	.	.	2	.	.
<i>Andrena ferox</i>	.	1	.	.	.
<i>Andrena florivaga</i>	.	1	.	.	.
<i>Andrena fulvago</i>	.	.	.	3	.
<i>Andrena fulvida</i>	4
<i>Andrena fuscipes</i>	.	.	2	.	.
<i>Andrena gelrae</i>	.	.	.	3	.
<i>Andrena granulosa</i>	0	.	.	.	.
<i>Andrena hattorfiana</i>	.	.	.	3	.
<i>Andrena humilis</i>	.	.	.	3	.
<i>Andrena hypopolia</i>	0	.	.	.	.
<i>Andrena labialis</i>	.	.	.	3	.
<i>Andrena lagopus</i>	.	.	2	.	.
<i>Andrena lepida</i>	0	.	.	.	.
<i>Andrena limata</i>	.	.	2	.	.
<i>Andrena marginata</i>	.	.	2	.	.
<i>Andrena mitis</i>	.	.	.	3	.
<i>Andrena morio</i>	0	.	.	.	.
<i>Andrena nana</i>	.	.	.	3	.
<i>Andrena niveata</i>	.	.	2	.	.
<i>Andrena nycthemera</i>	.	.	2	.	.
<i>Andrena pallitarsis</i>	.	1	.	.	.
<i>Andrena pandellei</i>	.	.	2	.	.
<i>Andrena polita</i>	.	.	.	3	.
<i>Andrena potentillae</i>	0	.	.	.	.
<i>Andrena praecox</i>	.	.	.	3	.
<i>Andrena ruficrus</i>	4
<i>Andrena rugulosa</i>	4
<i>Andrena schencki</i>	.	1	.	.	.
<i>Andrena suerinensis</i>	.	1	.	.	.
<i>Andrena tarsata</i>	4

<i>Andrena thoracica</i>	.	.	.	4	<i>Halictus quadricinctus</i>	.	.	2	.	.
<i>Andrena tscheki</i>	.	.	2	.	<i>Halictus scabiosae</i>	.	.	2	.	.
<i>Andrena viridescens</i>	.	.	.	3	<i>Halictus sexcinctus</i>	.	.	.	3	.
<i>Andrena wilkella</i>	.	.	.	3	<i>Halictus smaragdulus</i>	.	1	.	.	.
<i>Anthidium lituratum</i>	.	.	2	.	<i>Heriades crenulatus</i>	.	.	.	3	.
<i>Anthidium montanum</i>	.	1	.	.	<i>Hylaeus difformis</i>	.	.	.	.	4
<i>Anthidium oblongatum</i>	.	.	.	3	<i>Hylaeus duckei</i>	.	.	2	.	.
<i>Anthidium punctatum</i>	.	.	.	3	<i>Hylaeus lineolatus</i>	.	.	2	.	.
<i>Anthidium septemspinosa</i>	0	.	.	.	<i>Hylaeus moricei</i>	.	.	2	.	.
<i>Anthophora aestivalis</i>	.	.	2	.	<i>Hylaeus pectoralis</i>	.	.	.	3	.
<i>Anthophora bimaculata</i>	.	1	.	.	<i>Hylaeus pfankuchi</i>	.	.	2	.	.
<i>Anthophora crassipes</i>	0	.	.	.	<i>Hylaeus punctulatus</i>	.	.	.	3	.
<i>Anthophora distinguenda</i>	0	.	.	.	<i>Hylaeus variegatus</i>	.	.	.	3	.
<i>Anthophora furcata</i>	.	.	.	3	<i>Lasioglossum aeratum</i>	.	.	2	.	.
<i>Anthophora plagiata</i>	0	.	.	.	<i>Lasioglossum albocinctum</i>	.	1	.	.	.
<i>Anthophora pubescens</i>	0	.	.	.	<i>Lasioglossum bluethgeni</i>	.	1	.	.	.
<i>Anthophora quadrimaculata</i>	.	.	.	3	<i>Lasioglossum brevicorne</i>	0	.	.	.	.
<i>Anthophora retusa</i>	.	.	2	.	<i>Lasioglossum buccale</i>	.	1	.	.	.
<i>Biastes emarginatus</i>	.	1	.	.	<i>Lasioglossum clypeare</i>	0	.	.	.	.
<i>Biastes truncatus</i>	.	.	.	3	<i>Lasioglossum convexiusculum</i>	1	.	.	.	.
<i>Bombus confusus</i>	.	.	2	.	<i>Lasioglossum costulatum</i>	.	.	2	.	.
<i>Bombus distinguendus</i>	.	.	2	.	<i>Lasioglossum griseolum</i>	.	.	2	.	.
<i>Bombus humilis</i>	.	.	.	3	<i>Lasioglossum intermedium</i>	.	.	.	.	4
<i>Bombus jonellus</i>	.	.	2	.	<i>Lasioglossum interruptum</i>	.	.	.	3	.
<i>Bombus muscorum</i>	.	.	.	3	<i>Lasioglossum laeve</i>	.	.	.	.	4
<i>Bombus pomorum</i>	.	.	.	3	<i>Lasioglossum laevigatum</i>	.	.	.	3	.
<i>Bombus ruderalis</i>	.	.	.	3	<i>Lasioglossum lativentre</i>	.	.	2	.	.
<i>Bombus soroeensis</i>	.	.	2	.	<i>Lasioglossum limbellum</i>	.	.	.	3	.
<i>Bombus subterraneus</i>	.	.	2	.	<i>Lasioglossum lineare</i>	.	.	2	.	.
<i>Bombus veteranus</i>	.	.	2	.	<i>Lasioglossum lissonotum</i>	.	1	.	.	.
<i>Bombus wurfleini</i>	.	.	.	3	<i>Lasioglossum majus</i>	.	.	.	3	.
<i>Ceratina callosa</i>	.	.	2	.	<i>Lasioglossum marginatum</i>	.	1	.	.	.
<i>Ceratina cucurbitina</i>	.	.	.	3	<i>Lasioglossum marginellum</i>	0	.	.	.	.
<i>Coelioxys afra</i>	.	1	.	.	<i>Lasioglossum minutulum</i>	.	.	.	3	.
<i>Coelioxys aurolimbata</i>	.	.	.	3	<i>Lasioglossum nigripes</i>	.	.	.	3	.
<i>Coelioxys conoidea</i>	.	1	.	.	<i>Lasioglossum nitidiusculum</i>	.	.	.	3	.
<i>Coelioxys rufescens</i>	.	1	.	.	<i>Lasioglossum pallens</i>	.	.	.	.	4
<i>Colletes cunicularius</i>	.	.	.	3	<i>Lasioglossum parvulum</i>	.	.	.	3	.
<i>Colletes fodiens</i>	.	.	2	.	<i>Lasioglossum pauperatum</i>	.	1	.	.	.
<i>Colletes marginatus</i>	.	1	.	.	<i>Lasioglossum prasinum</i>	.	1	.	.	.
<i>Colletes similis</i>	.	.	.	3	<i>Lasioglossum puncticolle</i>	.	.	.	.	4
<i>Colletes succinctus</i>	.	.	2	.	<i>Lasioglossum pygmaeum</i>	.	.	.	.	4
<i>Dasypoda argentata</i>	0	.	.	.	<i>Lasioglossum quadrinotatum</i>	.	.	2	.	.
<i>Dasypoda hirtipes</i>	.	.	.	3	<i>Lasioglossum quadrinotatum</i>	.	.	.	.	4
<i>Dioxys tridentata</i>	.	1	.	.	<i>Lasioglossum quadrisignatum</i>	.	.	.	.	4
<i>Dufourea dentiventris</i>	.	.	.	3	<i>Lasioglossum sexnotatum</i>	.	.	2	.	.
<i>Dufourea inermis</i>	.	.	2	.	<i>Lasioglossum sexstrigatum</i>	.	.	.	3	.
<i>Dufourea vulgaris</i>	.	.	.	4	<i>Lasioglossum subfasciatum</i>	.	1	.	.	.
<i>Epeolus cruciger</i>	.	1	.	.	<i>Lasioglossum subhirtum</i>	.	.	.	.	4
<i>Epeolus variegatus</i>	.	.	.	3	<i>Lasioglossum tricinctum</i>	.	.	2	.	.
<i>Eucera interrupta</i>	.	1	.	.	<i>Lasioglossum xanthopus</i>	.	.	.	3	.
<i>Eucera longicornis</i>	.	.	.	3	<i>Megachile alpicola</i>	.	.	.	.	4
<i>Halictus confusus</i>	.	.	2	.	<i>Megachile apicalis</i>	0	.	.	.	.
<i>Halictus leucaheneus</i>	.	.	2	.	<i>Megachile circumcincta</i>	.	.	.	3	.

<i>Megachile ericetorum</i>	.	.	.	3	.	<i>Osmia pilicornis</i>	.	.	.	.	4
<i>Megachile genalis</i>	.	.	.	.	4	<i>Osmia ravouxi</i>	.	.	2	.	.
<i>Megachile lagopoda</i>	0	.	.	.	.	<i>Osmia rufohirta</i>	.	.	.	3	.
<i>Megachile leachella</i>	0	.	.	.	.	<i>Osmia spinulosa</i>	.	.	.	3	.
<i>Megachile ligniseca</i>	.	.	.	.	4	<i>Osmia submicans</i>	.	.	.	.	4
<i>Megachile maritima</i>	.	.	2	.	.	<i>Osmia tridentata</i>	.	.	.	3	.
<i>Megachile nigriventris</i>	.	.	.	3	.	<i>Osmia versicolor</i>	.	1	.	.	.
<i>Megachile parietina</i>	.	1	.	.	.	<i>Osmia villosa</i>	.	.	2	.	.
<i>Megachile pilidens</i>	.	.	2	.	.	<i>Osmia xanthomelana</i>	.	.	2	.	.
<i>Megachile pyrenaee</i>	.	.	.	.	4	<i>Panurgus banksianus</i>	.	.	.	3	.
<i>Melecta luctuosa</i>	.	.	2	.	.	<i>Panurgus dentipes</i>	.	.	2	.	.
<i>Melitta leporina</i>	.	.	.	3	.	<i>Psithyrus quadricolor</i>	.	.	2	.	.
<i>Melitta tricincta</i>	.	.	2	.	.	<i>Rhopitoides canus</i>	.	.	2	.	.
<i>Melitturga clavicornis</i>	0	.	.	.	.	<i>Rophites algirus</i>	.	.	2	.	.
<i>Nomada alboguttata</i>	.	.	.	3	.	<i>Rophites quinquespinosus</i>	.	1	.	.	.
<i>Nomada argentata</i>	.	.	2	.	.	<i>Sphecodes albilabris</i>	.	.	.	3	.
<i>Nomada armata</i>	.	.	.	3	.	<i>Sphecodes cristatus</i>	.	.	.	.	4
<i>Nomada atroscutellaris</i>	.	.	.	3	.	<i>Sphecodes croaticus</i>	0	.	.	.	.
<i>Nomada bispinosa</i>	.	.	.	.	4	<i>Sphecodes pellucidus</i>	.	.	.	3	.
<i>Nomada braunsiana</i>	.	1	.	.	.	<i>Sphecodes pseudofasciatus</i>	.	.	.	.	4
<i>Nomada emarginata</i>	.	.	.	4	.	<i>Sphecodes reticulatus</i>	.	.	.	3	.
<i>Nomada errans</i>	.	1	.	.	.	<i>Sphecodes rubicundus</i>	.	.	.	3	.
<i>Nomada femoralis</i>	.	.	.	.	4	<i>Sphecodes scabricollis</i>	.	.	.	.	4
<i>Nomada flavopicta</i>	.	.	.	3	.	<i>Sphecodes spinulosus</i>	.	.	2	.	.
<i>Nomada fuscicornis</i>	.	.	.	3	.	<i>Stelis nasuta</i>	0	.	.	.	.
<i>Nomada guttulata</i>	.	.	2	.	.	<i>Stelis phaeoptera</i>	.	.	.	3	.
<i>Nomada integra</i>	.	.	.	3	.	<i>Systropha curvicornis</i>	.	1	.	.	.
<i>Nomada kohli</i>	.	.	.	.	4	<i>Systropha planidens</i>	.	1	.	.	.
<i>Nomada leucophthalma</i>	.	.	.	3	.	<i>Tetralonia alticincta</i>	0	.	.	.	.
<i>Nomada lineola</i>	.	.	.	3	.	<i>Tetralonia malicariae</i>	.	1	.	.	.
<i>Nomada melathoracica</i>	0	.	.	.	.	<i>Tetralonia salicariae</i>	.	.	2	.	.
<i>Nomada mutabilis</i>	0	.	.	.	.	<i>Thyreus orbatus</i>	.	.	2	.	.
<i>Nomada mutica</i>	.	1	.	.	.	<i>Trachusa byssina</i>	.	.	.	3	.
<i>Nomada obscura</i>	.	.	.	.	4	<i>Xylocopa iris</i>	0	.	.	.	.
<i>Nomada opaca</i>	.	.	.	.	4	<i>Xylocopa violacea</i>	.	.	2	.	.
<i>Nomada pleurosticta</i>	.	.	2	.	.						
<i>Nomada roberjeotiana</i>	.	.	.	.	4						
<i>Nomada rufipes</i>	.	.	.	3	.						
<i>Nomada similis</i>	.	.	.	3	.						
<i>Nomada stigma</i>	.	.	.	3	.						
<i>Nomada striata</i>	.	.	.	3	.						
<i>Nomioides minutissimus</i>	.	1	.	.	.						
<i>Osmia adunca</i>	.	.	.	3	.						
<i>Osmia andrenoides</i>	.	.	2	.	.						
<i>Osmia anthocopoides</i>	.	.	2	.	.						
<i>Osmia brevicornis</i>	.	.	2	.	.						
<i>Osmia fulviventris</i>	.	.	.	3	.						
<i>Osmia gallarum</i>	.	.	2	.	.						
<i>Osmia leaiana</i>	.	.	.	3	.						
<i>Osmia lepeletieri</i>	0	.	.	.	.		
<i>Osmia mitis</i>	.	1	.	.	.						
<i>Osmia mustelina</i>	.	1	.	.	.						
<i>Osmia nigriventris</i>	.	.	.	.	4						
<i>Osmia papaveris</i>	.	1	.	.	.						

6.4 Ungefährdete Arten

Am günstigsten ist die Bestandessituation für Arten, die in allerlei vorhandenen oberirdischen Hohlräumen nisten und auch innerhalb der Siedlungen ohne menschliches Zutun noch ausreichende Existenzbedingungen vorfinden und für die oben-drein leicht Nistmöglichkeiten in Form von künstlichen Nisthilfen geschaffen werden können. Zu solchen Arten gehören die Mauerbienen *Osmia rufa* und *O. cornuta*. Für letztere ist sogar ein deutlicher Bestandeszuwachs in den vergangenen 50 Jahren zu verzeichnen. Dieses Phänomen wurde außer bei dieser Art auch bei der Maskenbiene *Hylaeus cornutus* und der Sandbiene *Andrena fulvata* beobachtet.

Arten, die Nahrungsgeneralisten sind, erweisen sich nur dann als nicht gefährdet, wenn sie auch an das Nistsubstrat keine hohen Ansprüche stellen, wie z. B. die Furchenbiene *Lasioglossum calceatum* oder die Sandbiene *Andrena bicolor*. Spezialisten sind dann nicht bedroht, wenn ihre Nahrungspflanzen häufig und weit verbreitet sind und gleichzeitig (noch) genügend Nistplätze zur Verfügung stehen, was z. B. bei der Sandbiene *Andrena florea* und der Scherenbiene *Chelostoma florissomme* der Fall ist. In den Mittelgebirgen (Schwarzwald, Schwäbische Alb) ist die Situation durchweg günstiger als in

Lagen unter 500 m üNN, wo ohnehin der größte Teil der Arten vorkommt.

Auf eines sei noch speziell hingewiesen: Größere Nestansammlungen von Sandbienen (*Andrena*), Furchenbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*), Seidenbienen (*Colletes*) oder anderer Wildbienen – eine zunehmend seltenere Erscheinung – sind auch dann besonders erhaltenswert, wenn die betreffende Bienenart noch nicht auf der Roten Liste steht. Von solchen Populationen gehen Neubesiedlungen benachbarter Lebensräume aus, weswegen Nestansammlungen ganz allgemein zu schützen sind.

7 Schutzmaßnahmen für Wildbienen

7.1 Rechtlicher Schutz

Der restriktive, rechtlich geregelte Artenschutz ist die älteste und »klassische« Form des Artenschutzes. Er soll die Individuen der gesetzlich besonders geschützten Arten vor Verfolgung, Inbesitznahme und wirtschaftlicher Nutzung bewahren. Durch die Verordnung zum Schutz wildlebender Tier- und Pflanzenarten (Bundesartenschutzverordnung – BArtSchV) vom 25. August 1980 wurden erstmals auch sämtliche Bienen (»Apoidea, Bienen und Hummeln«) unter besonderen Schutz gestellt. In der Verordnungsnovelle vom 19. Dezember 1986 wurde dieser Schutz fortgeschrieben. Danach ist es verboten, Wildbienen zu fangen, zu töten oder ihre Nist- oder Zufluchtsstätten zu beschädigen oder zu zerstören. Im Rahmen ordnungsgemäßer land- oder forstwirtschaftlicher Bodennutzung ist dies aber zulässig (§ 20f. Abs. 3 BNatSchG). Während ein naturkundlich interessierter Bürger zu Studienzwecken nur mit einer behördlichen Ausnahmegenehmigung ein Nest der Holzbiene *Xylocopa violacea* in einem morschen Ast an sich nehmen darf, ist es einem Landwirt nicht verwehrt, alte Bäume auf Streuobstwiesen zu roden, das Holz zu zersägen und samt den darin befindlichen Wildbienenestern zu verbrennen. Diese Legalausnahme, eine der sogenannten »Landwirtschaftsklauseln«, ermöglicht es demnach, trotz des Schutzes durch die Bundesartenschutzverordnung die Lebensstätten von Wildbienen unter Berufung auf eine sogenannte »ordnungsgemäße« Landwirtschaft zu zerstören. Hier zeigt sich ein klarer Handlungsbedarf des Gesetzgebers in Bezug auf diese Landwirtschaftsklausel auf. Die Verurteilung der Bundesrepublik Deutschland vor dem Europäischen Gerichtshof (EuGH Urteil von 17.9. 1987 – 412/85 –, Natur und Recht 1988, Heft 1, S. 53–54) unterstreicht die Notwendigkeit einer Revision dieser Landwirtschaftsklausel im Naturschutzrecht.

Auch im Rahmen von Flurbereinigungen oder behördlich genehmigten Eingriffen in Natur und Landschaft werden nach wie vor Lebensstätten besonders geschützter Wildbienenarten zerstört und lokale Populationen ausgerottet. So werden z.B.

Feldwege befestigt und dadurch ausgedehnte Nestansammlungen von erdbewohnenden Wildbienen irreparabel vernichtet.

Die Aufnahme der Wildbienen in die Bundesartenschutzverordnung soll dazu dienen, die Chancen für ihre Erhaltung zu erhöhen. Dieser rechtliche Schutz muß daher viel stärker als bisher bei der Beurteilung von Eingriffen in den Naturhaushalt berücksichtigt und vermehrt als Argument zur Ausweisung von Schutzgebieten herangezogen werden.

Mittlerweile sind Ansätze für einen gesetzlichen a priori Schutz von Lebensräumen festzustellen. Nach der Neufassung des Bundesnaturschutzgesetzes vom 12. März 1987 (§ 20 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG) umfassen die Aufgaben des Artenschutzes auch den Schutz, die Pflege und die Wiederherstellung der Biotope wildlebender Tier- und Pflanzenarten. Nach dem Naturschutzrecht sind auch Maßnahmen, die zu einer Zerstörung oder sonstigen erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigung einer Reihe von Biotoptypen (z.B. offene Binnendünen, Trockenrasen, Zwergstrauchheiden) führen können, unzulässig. Dabei handelt es sich aber um Rahmenrecht, das von den Bundesländern erst teilweise in entsprechendes Landesrecht umgesetzt worden ist. Aber auch hier können Ausnahmen von diesen Vorschriften selbst im Falle hochgradig gefährdeter Biotope zugelassen werden.

Jeder, der Wildbienen fangen oder ihre Nester sammeln will, auch wenn er dies für rein wissenschaftliche Zwecke tut, benötigt eine Ausnahmegenehmigung der Naturschutzbehörden, will er keine Ordnungswidrigkeit begehen. Da aber viele Wildbienen auch für den Spezialisten im Gelände nicht zu bestimmen sind und eine gründliche Einarbeitung in die Wildbientaxonomie das Anliegen einer Vergleichssammlung notwendig macht, sollten die zuständigen Behörden fachlich begründeten Anträgen stattgeben. Dies auch im Hinblick darauf, daß nur die faunistisch-ökologische Forschung fundiertes Datenmaterial für den Artenschutz liefern kann. Das Ergebnis der Schutzbestimmungen darf aber nicht sein, die Forschungs- und Bildungsarbeit von Museen und Schulen oder individuelle naturkundliche Interessen durch die im Einzelfall erforder-

lichen Ausnahmegenehmigungen teils erheblich zu behindern, während gleichzeitig die Naturzerstörung und Artenvernichtung nicht dort gestoppt wird, wo sie im großem Maßstabe stattfindet (vgl. RIETSCHEL 1987).

7.2 Schutz der Lebensstätten von Wildbienen

Die erschreckende Bilanz des anhaltend starken Rückgangs vieler Wildbienen-Arten erfordert einschneidende Maßnahmen zu ihrem Schutz. Grundlage jeden Wildbienenschutzes ist die Erhaltung der Lebensräume, d.h. die gleichzeitige Erhaltung der artspezifischen Nahrungsquellen und der Nistplätze sowie die Abstellung bzw. Verminderung der im vorstehenden Kap. 6 sowie im Kap. 2 (Lebensräume) genannten Gefährdungsfaktoren.

Da an der Spitze der Gefährdungsursachen eindeutig die Zerstörung der Lebensräume steht, muß deren Schutz vorrangiges Ziel sein. Der Schutz darf sich aber nicht allein auf seltene oder gefährdete Arten erstrecken, sondern muß alle Arten miteinbeziehen, da Wildbienen generell von hohem wissenschaftlichem Wert und als Bestäuber auch von großer landschaftsökologischer Bedeutung sind. Dies haben auch PREUSS (1980, 1982) und DRACHENFELS (1982) betont, die sich speziell mit den Möglichkeiten für Hilfsmaßnahmen zur Erhaltung und Förderung von Stechimmen auseinandergesetzt haben. Ziel aller Schutzmaßnahmen muß daher sein, die Artenvielfalt zu sichern. Im baden-württembergischen Naturschutzgesetz ist dies auch klar und deutlich formuliert: »Dem Aussterben einzelner Tier- und Pflanzenarten ist wirksam zu begegnen« (§1 Abs.2).

Bei der Besprechung der Lebensräume in Kap. 2 sind bereits zahlreiche Entwicklungs- und Schutzziele, die für die Erhaltung von Wildbienen notwendig sind, genannt und begründet, so daß auf eine erneute Aufzählung an dieser Stelle verzichtet werden kann. Im folgenden sollen aber noch einige wichtige Maßnahmen herausgestellt werden, auf die im Kap. 2 nicht speziell eingegangen wird, die aber zum Schutz und zur Förderung von Wildbienen notwendig sind.

7.2.1 Biotopkartierung

Artenschutz ist ohne Biotopschutz nicht denkbar! Diese Forderung gilt im wesentlichen auch für Wild-

bienen. Zahlreiche Lebensräume von Wildbienen sind auch im Rahmen der Biotopkartierung erfaßt, auch dann, wenn »nur« die Pflanzenwelt im Vordergrund der Erfassung stand. Alle kartierten Flächen innerhalb der landwirtschaftlich genutzten Gebiete sind für Artenschutz Zwecke zu sichern. Dabei ist zu berücksichtigen, daß zahlreiche Flächen, denen in der Biotopkartierung bisher keine hohe Wertigkeit beigemessen wurde, sich aus Sicht des Wildbienen-Schutzes als erhaltenswert erweisen, wenn erst die noch ausstehende Erfassung der biotopeigenen Wildbienenfauna vorgenommen wird.

7.2.2 Naturschutzgebiete

Eine wirksame Methode des Biotopschutzes ist die Ausweisung von Naturschutzgebieten. Allerdings reicht die Unterschutzstellung alleine nicht aus. Entscheidend für die Erhaltung von Wildbienen in Naturschutzgebieten ist deren qualitative Ausstattung (Angebote im Nist- und Nahrungsbereich), ihre Größe und die Entfernung zu entsprechenden Lebensräumen (Vernetzung).

Naturschutzgebiete sollten alle für die zu schützenden Arten lebensnotwendigen Requisiten (Nistplätze, Nahrungspflanzen, Lieferanten von Baumaterial) enthalten, es sei denn, diese können teilweise auch außerhalb gesichert werden. Sie müssen groß genug für die Bestände der vorkommenden Arten sein. Es sei auch an dieser Stelle noch einmal betont, daß die Lebensräume der Wildbienen Geländeausschnitte sehr unterschiedlicher Größe und Komplexität umfassen. Da Nistplatz und Nahrungsraum oft nicht räumlich zusammenfallen, ist deren benachbartes Vorhandensein (Stichwort: Biotopverbund) für das Vorkommen einer Art ausschlaggebend. So nisten einige Arten an trockenen Stellen, gewinnen ihre eigene Nahrung oder die ihrer Brut aber in feuchteren Bereichen. Dies ist z.B. bei der Unterschutzstellung von Feuchtgebieten zu berücksichtigen. Bei erdbewohnenden Wildbienen sind die (manchmal auf engem Raum konzentrierten) Nistplätze oft vegetationsarm. Unverzichtbar sind für solche Arten größere Flächen mit blütenreicher Vegetation in erreichbarer Nähe. Auch dies ist bei der Ausweisung von Schutzgebieten unbedingt zu beachten, ebenso wie die jeweiligen Spezialisierungen auf bestimmte Pollenquellen.

Pflegepläne für Naturschutzgebiete müssen die zur Erhaltung der Arten notwendigen Maßnahmen vorsehen. Solche Schutzmaßnahmen sind aus Untersuchungen über die Ökologie der Lebensgemeinschaften und Arten abzuleiten. Wenn das be-

treffende Gebiet sich nach seiner Art und Ausdehnung dazu eignet, können auch Maßnahmen ergriffen werden, die über den üblichen Pflegemodus hinausgehen, wie z. B. die Förderung von Pionierpflanzen durch Bodenstörungen.

Die vorhandenen Naturschutzgebiete und flächenhaften Naturdenkmale erfüllen zwar als vorübergehende Artenreservoir eine wichtige Rolle, sie sind jedoch oft zu klein, werden nicht optimal gepflegt und sind langfristig nur für die Erhaltung einer begrenzten Zahl an Bienenarten ausreichend. Naturschutzgebiete sind letzte Stützpunkte und Zentren einer Wiederausbreitung, sofern die Verhältnisse in ihrem Umfeld wieder wildbienenfreundlicher werden. Über eines darf man sich nicht hinwegtäuschen: selbst bei einer (unbedingt notwendigen) Erhöhung der Zahl von Naturschutzgebieten wird der Rückgang und das Aussterben weiterer Bienenarten nicht zu verhindern sein, wenn nicht bald eine weitreichende Re-Extensivierung bereits intensiv genutzter Flächen einsetzt. Viele Wildbienen können langfristig eben nur überleben, wenn die landwirtschaftlichen Flächen so extensiv und so vielfältig wie möglich bewirtschaftet werden.

Eine Reihe von Lebensräumen läßt sich nur mit dem Instrument des strengen Flächenschutzes erhalten. Hierzu gehören die folgenden Lebensräume, die als Naturschutzgebiete auszuweisen, sachgerecht zu pflegen und mit anderen Lebensräumen zu vernetzen sind:

- Binnen- und Küstendünen sowie Flugsandfelder
- Magerrasen trockenwarmer Standorte, v.a. im Weinbauklima, aber auch in höheren Lagen der Mittelgebirge.
- reich strukturierte Weinbergbrachen historischer Weinberglandschaften
- Felsfluren und Abwitterungshalden
- Sand- und Bergheiden
- Großröhrichte und Landschilfbestände
- Streuwiesen
- Weichholz- und Hartholzauen.
- Sand-, Kies- und Lehmgruben, die vor 1970 aufgegeben wurden und noch offen sind, v.a. in Lagen unter 400 m üNN.

7.2.3 Lebensraumschutz außerhalb von Naturschutzgebieten

Viele Lebensraumansprüche von Wildbienen sind aber von der Art, daß sie sich mit traditionellen Flächenschutzmaßnahmen nicht erfüllen lassen. Es ist auch nicht möglich, Restbestände aller gefährdeten Arten in Naturschutzgebieten zu erhalten. Dies

gilt insbesondere für die vielen Arten, die auf extensive Bodenstörungen und die sich dort ansiedelnden Pflanzen oder alte Nutzungsformen angewiesen sind. Kleinräumige Schutzgebiete können obendrein den Rückgang der Arten nicht aufhalten. »Erforderlich sind großräumige Biotop-Schutzkonzepte in der Gesamtlandschaft, die ihrerseits vor allem in ein verbindliches Gesamtkonzept einer grundlegend geänderten Agrar- und Raumordnungspolitik einzubetten sind« (HÖLZINGER 1987:1323) (vgl. auch HAMPICKE 1988).

In Baden-Württemberg liegen die Schwerpunkte des Vorkommens gefährdeter Arten in Lagen unter 500 m üNN. Gebiete mit besonders hohem Anteil an bedrohten Arten sind der Kaiserstuhl, die gesamte Oberrheinebene (einschließlich der nordbadischen Flugsandgebiete), die Schwarzwaldvorbergzone, der Kraichgau, das Bauland, der Tauberggrund, die Molassegebiete am Bodensee, der Hegau, das Mittlere Albvorland sowie der Obere Neckarraum. Schutzmaßnahmen sind demnach auf diese Räume zu konzentrieren, v.a. auf solche Gebiete, wo noch Reste reich strukturierter Kulturlandschaften vorhanden sind.

Dort haben die folgenden (Klein-)Lebensräume für die Erhaltung von Wildbienen eine besonders hohe Bedeutung:

- reich strukturierte Waldränder, Waldlichtungen und Feldhecken
- Hochwasserdämme
- Streuobstwiesen und zweischüriges, nur mäßig gedüngtes Grünland
- kleine Sand- und Lehmentnahmestellen
- blütenreiche Feldraine
- hochstaudenreiche Graben- und Gewässerränder
- Flächen mit Pionier- und Ruderalvegetation, besonders auf Sand und Löß.
- Totholzstrukturen
- Trockenmauern
- horizontale und vertikale, vegetationsfreie Erdaufschlüsse wie Erdwege, Abbruchkanten und Steilwände.

Diese Landschaftselemente müssen in Zukunft in vollem Umfang vor Zerstörung bewahrt werden. Dabei ist auch zu berücksichtigen, daß Kleinstrukturen, seien es Nistplätze oder Nahrungsräume, in einer Entfernung voneinander vorhanden sein müssen, die für die Wildbienen überbrückbar sind. Nach bisherigen Kenntnissen werden von großen Arten Entfernungen von höchstens 500 bis 1000 m regelmäßig überwunden, bei kleineren Arten sind die gerade noch zu überwindenden Entfernungen aber wesentlich geringer. Weite monotone Ackerfluren

sind unüberwindliche Barrieren, es sei denn, sie sind von Nahrungsinseln als sogenannte »Trittsteine« durchsetzt.

Für den Grunderwerb für Zwecke des Naturschutzes sind vermehrt Finanzmittel bereitzustellen. Wertvolle Flächen, die nicht erworben werden können, sind durch langfristige Pachtverträge für den Artenschutz zu sichern.

Der Schutz von Grenzbereichen (Ökotonen) in der Landschaft ist grundlegend zu verbessern. Für eine Vielfalt an Wildbienen-Arten spielen Grenzlinien und Übergänge verschiedener Lebensraumtypen eine große Rolle. Ganz besonders wichtig sind extensiv genutzte Grünlandstreifen entlang südexponierter Waldränder, chemiefreie Ackerrandstreifen entlang von nicht befestigten Feldwegen sowie nicht oder nur extensiv genutztes Grünland entlang von Fließgewässern und um stehende Gewässer.

7.3 Neuschaffung von Wildbienen-Lebensräumen

Die Erhaltung und langfristige Sicherung von besiedelten Nistplätzen und geeigneten Nahrungsräumen ist im Wildbienschutz viel wichtiger als die Schaffung neuer. Erst wenn der Schutz und die Pflege der in langen Zeiträumen gewachsenen Lebensstätten voll gesichert ist, sollte an die Neuschaffung von Lebensräumen gedacht werden. Schließlich gibt es noch viele Flächen, die es zu erhalten gilt, die aber auch zu pflegen sind. Verschiedentlich werden sogenannte »Ökostreifen« angelegt und dies auch in Gebieten, wo es in unmittelbarer Nähe blumenbunte Magerrasen oder artenreiche Streuobstwiesen gibt. Für den Schutz der Wildbienen leistet die Erhaltung solcher und anderer gewachsener Lebensräume aber einen viel wertvolleren Beitrag und ist der publizistisch wirksameren Anlage neuer »Biotope« vorzuziehen.

Die vielen, wenn auch gut gemeinten Neuanlagen von Biotopen nützen den meisten, oft ausbreitungsschwachen und hoch spezialisierten Wildbienen nichts. Das Prinzip der historischen Kontinuität gilt nämlich auch für den größten Teil der gefährdeten Wildbienenarten. Daß hinsichtlich der kurzfristigen Machbarkeit von Natur nicht selten ein kaum begründbarer Optimismus herrscht, hat auch BLAB (1985) in einer lesenswerten Arbeit deutlich herausgestellt.

Allerdings ist die Neuschaffung von Lebensräumen in bestimmten Fällen auch angebracht, teils sogar unumgänglich. So ist dort ein vielfältiges,

reich strukturiertes Netz an Kleinlebensräumen in den Feld- und Wiesenfluren wieder herzustellen, wo es in früheren Jahren beseitigt wurde. PREUSS (1982) empfiehlt: »Wo eine Sandkante oder ein Lößhohlweg aus welchen Gründen auch immer zugeschüttet werden muß, muß ein gleichwertiger Ersatz geschaffen werden. Kleine und über die Landschaft verteilte Wegeböschungen und Sandkanten sind eine wichtige Voraussetzung für eine artenreiche Bienenfauna. Kleine Sandkanten, die mitunter einer ungewöhnlich reichen Bienenwelt Nistgelegenheiten bieten, lassen sich mit einfachsten Mitteln leicht, zum Beispiel bei der Bodenentnahme für die Wegeausbesserung schaffen und auf Dauer erhalten. Sonenlage ist allerdings nötig.«

Ganz allgemein lassen sich aber nur für solche Bienenarten kurzfristig die Existenzmöglichkeiten verbessern, die Lebensstätten mit einer hohen natürlichen Dynamik (»Pionierbiotope«) besiedeln. In der heutigen Kulturlandschaft sind dies v.a. Abbaustellen und sonstige Pionierstandorte. Solche Flächen dienen v.a. Vermehrungsstrategen (r-Strategen), wie der Sandbiene *Andrena vaga* oder der Maskenbiene *Hylaeus signatus*, die ein hohes Ausbreitungsvermögen besitzen und neu entstandene Ressourcen (Nistplätze, Nahrungspflanzen) schnell nutzen können.

Auch in Zukunft werden weitere Flurbereinigungsverfahren anstehen. Flurbereinigungen im herkömmlichen und teils auch noch heute üblichen Sinne müssen wegen ihrer gravierenden Auswirkungen auf die Artenvielfalt ein Ende haben. Anstatt historisch gewachsene Landschaftsteile zu bereinigen und damit weiterhin den Artenrückgang zu fördern, sollten neue Verfahren nur noch dort angestrebt werden, wo die Feldfluren bereits aus welchen Gründen auch immer ausgeräumt und artenarm sind. Dort könnten mit dem Instrumentarium der Flurbereinigung gezielte Maßnahmen zur Verbesserung der Lebensraumstrukturen durchgeführt und ein Beitrag zum Artenschutz geleistet werden (vgl. EPPLE in HÖLZINGER 1987: 1329). Auf diesem Wege wären frühere Fehlentwicklungen wenigstens in Teilen wieder gut zu machen. Eine optimale Zusammenarbeit von Flurbereinigungsämtern und privatem bzw. behördlichem Naturschutz unter ausreichender Beteiligung ökologisch geschulter Biologen muß dabei mit allem Nachdruck erwirkt werden, damit sämtliche Möglichkeiten für den Naturschutz ausgeschöpft werden.

Ein Ersatz ist aber meist schlechter als das, was ersetzt wird und immer ein Notbehelf. Ersatzmaßnahmen können obendrein nur dann von Erfolg sein, wenn sie rechtzeitig durchgeführt werden, d.h.

Jahre vor der Zerstörung eines Wildbienenlebensraums. Wo sollen sonst die Neubesiedler herkommen? Zur Besiedlung isolierter Lebensräume, deren Bestände an Wildbienen erloschen sind, oder die inmitten ausgeräumter Fluren entstanden sind, sind nämlich lange Zeiträume notwendig. HAESELER (1978b) konnte zeigen, daß im Falle der Insel Mellum 100 Jahre nicht zur Entstehung eines Artenspektrums ausreichen, das den dort herrschenden Lebensraumverhältnissen entsprach.

Im Garten oder auf dem Balkon Wildbienen durch Anbieten von Nisthilfen anzusiedeln kann sehr wohl wertvoll und artershaltend sein und ist aus pädagogischer Sicht auch unbedingt zu empfehlen. Diese Maßnahme nützt aber höchstens 10% der Arten, während dem Heer der übrigen Bienen, v.a. den durch Zerstörung ihrer Lebensgrundlagen am meisten bedrohten Arten damit nicht geholfen werden kann.

7.4 Wiederansiedlung

In letzter Zeit ist ein verstärktes Interesse an Versuchen zur Wiederansiedlung verschwundener Pflanzen- und Tierarten festzustellen. Alle bisherigen Erfahrungen in dieser Hinsicht zeigen jedoch, daß Wiederansiedlungen mit größter Vorsicht und Zurückhaltung zu beurteilen sind. Das Verschwinden einer Art an einem bestimmten Ort beruht fast immer auf Veränderungen des Lebensraums, das heißt, die Lebensgrundlagen der Art bestehen nicht mehr. Im Vergleich mit dem Lebensraumschutz kann eine Wiederansiedlung daher nur eine Notlösung sein und käme ohnehin nur dann in Frage, wenn die für das Überleben der Art nötigen Faktoren wieder vorhanden sind. Wiedereinbürgerungsversuche müssen sorgfältig überwacht und wissenschaftlich begleitet werden.

Über Wiederansiedlungen von Wildbienen liegen bisher kaum Erfahrungen vor. Gelegentlich werden mit dem Austausch von besiedelten Nisthilfen hohlraum- oder stengelbewohnende Arten verfrachtet. Dies spielt sich jedoch nur im Siedlungsbereich ab und betrifft nur ungefährdete Arten. Wiederansiedlungen von Wildbienen sind für deren Schutz nicht von vorrangiger Bedeutung, vielmehr muß sich dieser auf die Erhaltung noch bestehender Bestände konzentrieren.

7.5 Intensivierung der Forschung

Trotz des hier vorgelegten biologischen und ökologischen Datenmaterials ist unsere Kenntnis über Verbreitung, Lebensweise und Ökologie der meisten Wildbienenarten noch mangelhaft. Diese Lücken zu schließen bedarf der verstärkten Forschung. Darüber hinaus sind derzeitige oder zukünftige Schutzprojekte mit einem wissenschaftlichen Programm zu begleiten, um Aussagen über den Erfolg der Maßnahmen zu erhalten. Das gleiche gilt für die Kontrolle der Bestände in Naturschutzgebieten.

Da faunistisch-ökologische Untersuchungen wesentliche Grundlagen für den Arten- und Biotopschutz liefern, müssen solche Fragestellungen auch an den Universitäten wieder stärker beachtet und als wissenschaftliche Disziplin anerkannt werden. Schließlich sichert der Artenschutz auch die Objekte von wissenschaftlichem Interesse. Da es immer noch an neueren Bestimmungswerken mangelt, mit denen auch Anfänger zurechtkommen, sind hier entsprechende Mittel bereitzustellen und die Bearbeiter, die sich für eine solch wichtige Aufgabe zur Verfügung stellen, zu unterstützen.

7.6 Wildbienenenschutz am Haus, im Garten und in der Schule

Jeder kann, oft mit einfachen Mitteln, dazu beitragen, die Lebensbedingungen unserer heimischen Wildbienen zu verbessern.

Wildbienen eignen sich hervorragend zur Behandlung im Unterricht, da an Hand dieser Insektengruppe Aspekte der Biologie, der Ökologie und des Biotop- und Artenschutzes den Schülern praktisch und auf anschauliche Weise vermittelt werden können. Die nachfolgenden Vorschläge können problemlos auch im schulischen Bereich, z.B. im Schulgarten oder in den Grünanlagen um die Schule herum, in die Tat umgesetzt werden und helfen, Begeisterung für die Brutfürsorge der Wildbienen und damit für die Natur im Kleinen zu wecken. Insbesondere an den Nisthilfen für Hohlraumbewohner können vom Frühjahr bis zum Herbst vielerlei interessante Beobachtungen angestellt werden: vom Säubern des Nestganges über das Eintragen von Pollen bis zum Verschließen des Nestes. Kindern kann man hiermit nicht nur zu Hause, sondern auch in der Schule eine gute Möglichkeit bieten, biologische Phänomene aus allernächster Nähe zu beobachten. Dabei ist die Angst vor einem

Stich völlig unbegründet. Gefahrlos kann man sich zusammen mit seinen Kindern unmittelbar vor die Nisthilfen setzen und den bauenden Bienen zuschauen. Ohnehin besitzen nur die Weibchen der Wildbienen einen Stachel und auch diese stechen im Gegensatz zur Honigbiene von sich aus nie, es sei denn man packt sie mit den Fingern.

Manchmal braucht es etwas Geduld, bis die einzelnen Arten die angebotenen Nisthilfen finden und annehmen. Die Besiedlung erfolgt um so schneller, je besser der Bestand an Wildbienen in der Umgebung ist. Wildbienen sind meist recht ortstreu und bauen deshalb bevorzugt dort, wo sie selbst »geborn« sind. Diese Eigenschaft kann man ausnützen und von einigen Arten hohe Nestdichten erzielen, wenn man Jahr für Jahr die Nisthilfen ergänzt. Voraussetzung für eine solche Steigerung der Nestdichte ist natürlich ein entsprechend gutes Nahrungsangebot in der Umgebung.

Mit den Schutzmaßnahmen für Wildbienen verbessern wir automatisch auch die Lebensbedingungen anderer Hautflügler wie Grab-, Weg-, Falten-, Gold- und Keulhornwespen sowie vieler weiterer Insekten.

Zunächst einmal sollte im häuslichen Bereich und im Garten auf jegliche Anwendung von Insekten- und Unkrautvernichtungsmitteln verzichtet werden. Nicht in die Blüte zu spritzen nützt wenig, da fast alle Wildbienen sich gerne auf Blättern, auf Zweigen oder an Stämmen sonnen und ausruhen und dann unweigerlich mit den Spritzmitteln in Kontakt kommen.



Ein pollenbeladenes Weibchen der Mauerbiene *Osmia rufa* ist von einem Sammelflug zurückgekehrt und wird gleich in das als Nisthilfe angebotene Bambusröhrchen schlüpfen, um Nektar und Pollen zu deponieren.



Verschiedene Nisthilfen für Besiedler von Hohlräumen und Käferfraßgängen auf einem Balkon.

Maßnahmen zur Verbesserung der Nistmöglichkeiten und des Nahrungsangebots sind überall durchführbar. Was von den hier aufgeführten Empfehlungen im einzelnen in die Praxis umgesetzt wird, hängt von den jeweiligen Gegebenheiten ab. Es spielt überhaupt keine Rolle, ob man in einem Hochhaus wohnt (mit oder ohne Balkon), ein Eigenheim mit Garten besitzt oder an einer Schule tätig ist. Selbst kleine Schritte hin zu einer Verbesserung sind bereits sinnvoll.

Allerdings sei vor einer Illusion gewarnt. Die besten Nisthilfen und der blütenreichste Garten ersparen bzw. ersetzen nicht die Schutzmaßnahmen außerhalb des Siedlungsbereichs, denn ein Großteil der Wildbienen kann selbst bei vordergründig optimal erscheinenden Nist- und Nahrungsbedingungen nicht im Wohnbereich des Menschen existieren.

7.6.1 Verbesserung der Nistmöglichkeiten

7.6.1.1 Nisthilfen für Bewohner von Hohlräumen aller Art

Wie schon vielfach erwähnt, beziehen zahlreiche Wildbienen bereits vorhandene Hohlräume aller Art. Diesen Arten können wir am leichtesten und mit größtem Erfolg eine Nistanlage bieten.



Ein Stapel Strangfalzziegel als Nisthilfe für Hohlraumbewohner. Hier nisten die Mauerbienen *Osmia rufa* und *O. adunca*, die Blattschneiderbienen *Megachile willughbiella* und *M. versicolor* sowie verschiedene Grab-, Weg- und solitäre Faltenwespen. Die Hohlräume werden auch als Schlafplatz genutzt.



Charakteristische Nestverschlüsse der Mauerbiene *Osmia rufa* in einem Strangfalzziegel.

Die einfachste Möglichkeit Wildbienen anzusiedeln besteht darin, Stücke aus Bambusrohr, das in jeder Gärtnerei erhältlich ist, anzubieten. Dazu wird Bambusrohr mit einem Innendurchmesser von 3–10 mm jeweils hinter den Knoten (Verdickungen) so durchgesägt, daß das hintere Ende durch diesen Knoten einen natürlichen Abschluß hat, während das vordere Ende für den Nestbau zugänglich bleibt. Das Mark wird vom Eingang her etwas aus-

geräumt. Die 10–20 cm langen Bambusstücke kann man einzeln in die Löcher von Lochziegeln, die es in jedem Baumarkt zu kaufen gibt, stecken. Ebenso kann man sie als Bündel dicht gepackt in Resten von PVC-Rohren oder Konservendosen regensicher unterbringen. Notfalls kann man die fest zusammengeschnürten Bündel auch ohne diesen Schutz aufhängen. In jedem Fall sollten sie waagrecht orientiert sein. In ähnlicher Weise könnte man auch Schilfstengel, Strohhalme oder Pappröhrchen verwenden. Hier besteht aber die Gefahr, daß Meisen oder Spechte während des Winters die relativ dünnen Stengelwände aufhacken und die Brut fressen. Glas- oder Kunststoffröhrchen sind als Nisthilfen nicht zu empfehlen, da sie luftundurchlässig sind und das sich bildende Kondenswasser den Nahrungsvorrat in den Brutzellen leicht verpilzen läßt.

Für eine zweite Art von Nisthilfen benötigen wir abgelagertes, entrindetes Hartholz (z.B. Eiche, Buche, Esche), das keinesfalls mit Holzschutzmitteln behandelt sein darf. Nadelholz (Fichte, Tanne, Kiefer) kann nur ein Notbehelf sein, da es zu sehr fasert und die Bienen glatte Innenwandungen bevorzugen. Größe und Form der Nisthilfe sind unerheblich. Angefangen von etwa ziegelsteingroßen Hartholzresten (vom Schreiner oder einer Sägerei) bis hin zu dicken Ästen, wie man sie im Wald findet oder beim Förster bekommt, kann alles Verwendung finden. In das Holz werden Gänge von 5–10 cm Tiefe und 2–10 mm Durchmesser gebohrt. Empfehlenswert ist die Kombination verschieden großer Gänge in einem Holzstück, doch sollten Bohrweiten von 3–6 mm anteilmäßig überwiegen. Die einzelnen Arten wählen dann die ihrer eigenen Größe entsprechenden Bohrgänge zum Nestbau aus. Die Holzoberfläche wird nach dem Bohren mit feinem Sandpapier geglättet, damit die Nesteingänge nicht durch eventuell querstehende Fasern versperrt werden. Das Bohrmehl wird herausgeklopft. Bei kleineren Blöcken (v.a. aus Buchenholz) mit Bohrlöchern weiter als 4 mm kommt es durch Witterungseinflüsse zu Rissen. Gespaltene Gänge werden aber von den Bienen kaum angenommen. Weite Bohrgänge sollten daher nicht zu dicht (Mindestabstand 2 cm) angeordnet werden. Als Regenschutz dient ein obenauf geschraubtes Brettchen.

Beide Formen von Nisthilfen sollten an einem sonnigen Platz angebracht werden, z.B. an der Hauswand, der Pergola, einer Mauer, einem Gartenzaunpfahl oder der Balkonbrüstung und zwar so, daß die Gänge waagrecht orientiert und für die Bienen frei zugänglich sind. Südost- bis südwestexponierte Orte eignen sich am besten, reine Nordex-

positionen sind dagegen ungünstig. Die Nisthilfe darf nicht frei hin und her baumeln. Wählt man einen Baum als Anbringungsort, darf sie nicht im Blattwerk aufgehängt werden, sondern am besten unmittelbar am Stamm noch unterhalb der Baumkrone. Holzstücke, die länger als ein Meter sind, kann man auch frei im Garten senkrecht aufstellen. Findet man alle Gänge mit gleichem Durchmesser belegt, sollte man die Nistgelegenheiten entsprechend erweitern. Ferner ist zu beachten, daß einige Arten erst im Verlauf des Sommers erscheinen. Diese sollten dann auch noch Nistmöglichkeiten vorfinden. Die Nisthilfen werden im übrigen bei ungünstiger Witterung und bei Nacht auch als Unterschlupf aufgesucht. Alte Nestgänge, aus denen die Brut bereits geschlüpft ist, werden von den Wildbienen-Weibchen vor einer Neubelegung oft selbst gesäubert. Alle Nisthilfen müssen auch im Winter draußen bleiben. In der Wärme der Wohnung würden die Bienen vorzeitig schlüpfen und zugrundegehen.

Folgende Arten sind am häufigsten als Besiedler zu erwarten: die Mauerbienen *Osmia cornuta* und *O. rufa*, die Löcherbiene *Heriades truncorum* mit der Dusterbiene *Stelis breviscula*, die Scherenbienen *Chelostoma florissomne*, *C. fuliginosum*, *C. campanularum* und *C. distinctum*, die Blattschneiderbienen *Megachile centuncularis* und *M. versicolor*, die Maskenbienen *Hylaeus communis*, *H. brevicornis* und *H. punctulatissimus*.

Mit einem Steinbohrer kann man auch Gänge in Ziegelsteine (Klinker), Basalt- oder Granitblöcke



Ein gekappter Königskerzen-Stengel, dessen ausgenagter Gang die Besiedlung durch eine stengelbewohnende Biene oder Grabwespe erkennen läßt.

treiben, in denen bisweilen die Mauerbienen *Osmia rufa* (6–7 mm Durchmesser) und *O. cornuta* (7–9 mm Durchmesser) nisten. Wir können solche angebohrten Steine beim Bau einer Gartenmauer mit einplanen. Sogenannte Strangfalzziegel, wie sie auch heute noch gelegentlich zum Dachdecken verwendet werden, enthalten geeignete Hohlräume für die Mauerbiene *Osmia rufa* und für die eine oder andere Blattschneiderbiene (*Megachile*). Sie können ebenfalls in einer Trockenmauer untergebracht oder einfach aufeinander gestapelt werden. (Bezugsquelle: Dachziegelwerke Jungmeier, 8440 Straubing oder beim Dachdecker). Die Öffnungen von Lochziegeln, wie sie für den Hausbau Verwendung finden, sind meist zu groß. Gasbeton- oder Bimssteine und ähnliche Materialien eignen sich wegen ihrer Wasseraufnahme nicht.

7.6.1.2 Nisthilfen für Bewohner markhaltiger Stengel

Einige Wildbienen verwenden zum Nisten ausschließlich abgebrochene oder abgeschnittene, markhaltige, trockene Zweige bzw. Stengel von Brombeeren, Himbeeren, Holunder, Heckenrosen, Königskerzen oder Disteln. In dem weichen Pflanzenmark nagen sie einen Gang für das Nest aus. Die Bruch- bzw. Schnittstelle ermöglicht den Bienen den Zugang. Dies ist bei allen Nisthilfen dieser Art zu beachten.

Bei Heckenrosen und Holundersträuchern genügt es, mit der Rebschere die Enden durrer Zweige abzuschneiden. Bei Brombeerhecken könnte man genauso verfahren. Gärtner empfehlen aber, nach der Ernte die alten Ranken ganz zu entfernen. Anstatt diese zu verbrennen, schneidet man sie in meterlange Stücke und stellt sie frei im Garten auf oder bindet sie mehr oder weniger aufrecht an den Gartenzaun. Mit den Zweigen des Sommerfleckers (*Buddleja*), des Holunders und mit alten Himbeer- ruten kann man in gleicher Weise verfahren. Auch abgeblühte Königskerzen und Disteln lassen sich hervorragend verwenden. Hier entfernt man nach der Blüte die Blätter und Seitentriebe, schneidet den Stengel über dem Boden ab und kappt ihn unterhalb des Fruchtstandes. An einem trockenen Ort über Winter aufbewahrt, wird der Stengel im Mai einzeln im Garten senkrecht oder leicht geneigt aufgestellt oder in gleicher Orientierung an den Gartenzaun gebunden. Das Bündeln von durren Stengeln ist wenig sinnvoll. Nur auf den Boden legen wäre falsch, da die Verpilzungsgefahr durch die erhöhte Bodenfeuchtigkeit die Bienen vom Nisten abhalten würde. Unter den Königskerzen eignen sich am be-

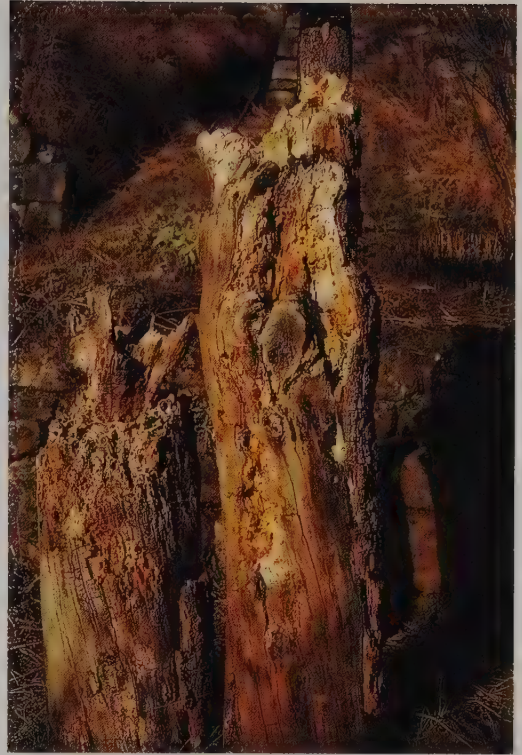
sten dickstengelige Arten (z.B. *Verbascum densiflorum*), da sie eine größere Festigkeit und ein dickes Mark aufweisen. Die meisten Stengelbewohner haben nur eine Generation im Jahr. Somit schlüpft die Nachkommenschaft erst zehn bis zwölf Monate nach der Bebauung und solange müssen diese Nisthilfen unverändert belassen werden.

Zu erwartende Arten sind die Keulhornbienen *Ceratina cyanea* und *C. cucurbitina* (letztere v.a. in der Rheinebene), die Mauerbienen *Osmia leucomelana*, *O. claviventris* und *O. tridentata* (letztere v.a. in warmen Lagen) mit den Dusterbienen *Stelis minuta* und *Stelis ornatula*, die Maskenbienen *Hylaeus communis* und *H. brevicornis*, die Blattschneiderbienen *Megachile centuncularis* und *M. versicolor* mit der Kegelbiene *Coelioxys inermis*.

7.6.1.3 Nisthilfen für Bewohner von morschem Holz

Manche Wildbienenarten (z.B. die Blattschneiderbienen *Megachile nigriventris*, die Holzbiene *Xylocopa violacea* und die Pelzbiene *Anthophora furcata*) nisten ausschließlich in mehr oder weniger verwittertem Holz. Sofern sie in der Umgebung unseres Gartens vorkommen, können wir sie anlocken, indem wir im Garten größere morsche oder halb verrottete Holzklötze, -balken oder dickere Äste einzeln aufstellen oder zu einem Stapel aufschichten. In Parks und Friedhöfen ist der dort oft vorhandene Altbaumbestand von hoher Bedeutung. Die weißfaulen Äste verschiedener Laubhölzer sind hervorragende Nistgelegenheiten für Morschholzbewohner. Leider wird wegen der Gefahr herabstürzender Äste der Altholzbestand regelmäßig dezimiert. Das bei Baumsanierungen anfallende Holz sollte nicht verbrannt, sondern mehrere Jahre offen gelagert werden.

Besitzer einer Streuobstwiese sollten wissen: dicke, abgestorbene Äste und erst recht ein ganzer abgestorbener Baum sind für viele Jahre ein hervorragender Kleinstlebensraum für zahlreiche Tiere. Sie sollten daher nicht beseitigt werden. Bei einer unvermeidbaren Rodung sollte wenigstens ein Teil des Stammes oder ein größerer Strunk bis zur völligen Verrottung stehen gelassen werden. Anfallendes, morsches Holz sollte nicht verbrannt werden, sondern mindestens zwei Jahre an einer nicht zu schattigen Stelle gelagert werden, damit sich die darin befindliche Bienenbrut noch voll entwickeln und schlüpfen kann. Stammholz und starke Äste können natürlich auch gezielt zu einem Holzstapel aufgeschichtet werden und bis zur völligen Verrottung für viele Jahre als Nistplatz dienen. Morsche Zaunpfähle sollen nicht ausgewechselt werden. Die Er-



Zwei morsche Birnbaumstümpfe wurden vor dem Verbrennen bewahrt und werden nun im Biengarten des Verfassers von verschiedenen Wildbienen, solitären Falten-, Weg- und Grabwespen besiedelt.

neuerung der Zaunbefestigung sollte durch neue, daneben gesetzte und nicht imprägnierte Holzpfähle erfolgen.

7.6.1.4 Nisthilfen für Steilwandbewohner

Die Steilwandbewohner bauten ihre Nester in der vom Menschen noch unveränderten Landschaft in Abbrüchen und steilen Wänden der Prallhänge von Flüssen. Als Ersatznistplätze werden in der Kulturlandschaft auch Steilwände in Hohlwegen, in Weinbergen (Lößwände) oder in aufgelassenen Sand- und Lehmgruben besiedelt. Für die hier lebenden Arten sind die Nistbereiche in den letzten Jahrzehnten enorm geschwunden. Einige Arten (z.B. die Pelzbienen *Anthophora acervorum* und *A. quadrimaculata*, die Seidenbiene *Colletes daviesanus*, die Maskenbiene *Hylaeus hyalinatus*) sind in die Siedlungen eingewandert und bauen hier ihre Nester in lehmverfugtem Gemäuer. Aber auch diese Nistplätze schwinden durch moderne Bauweisen rapide. Ersatz ist innerhalb der Siedlungen schwierig zu schaf-



Eternitblumenkästen wurden mit Löß in seiner natürlich gewachsenen Struktur gefüllt und dienen nun den Pelzbienen *Anthophora acervorum* und *A. quadrimaculata*, der Furchenbiene *Lasioglossum nitidulum*, der Blattschneiderbiene *Megachile wilughbiella* und einigen Grab- und Wegwespen als Nistplatz. Als spontaner Besiedler trat auch die solitäre Faltenwespe *Odynerus spinipes* zusammen mit den bei ihr lebenden Goldwespen auf.

fen. Folgende Möglichkeiten bieten sich jedoch an: Beim Bau einer Natursteinmauer (z. B. zur Abgrenzung des Steingartens oder bei der Terrassierung) werden die (nicht zu schmalen) Zwischenräume mit nicht zu fettem Lehm ausgefüllt. In diesen Lehmfugen können sich nicht nur Trockenmauerpflanzen ansiedeln, sondern auch Pelz-, Seiden-, Masken- und Furchenbienen ihre Nester bauen.

Eine Kiste, die etwa 30 cm lang, 30 cm breit und mindestens 15 cm tief ist, wird vollständig mit feuchtem, nicht zu fettem Lößlehm gefüllt. In den noch feuchten Lehm werden zur Anlockung der Bienen mit einem Stöckchen mehrere kurze Gänge von 5–8 mm Durchmesser geschaffen. Diese Mini-Steilwand wird an einer südexponierten Stelle der Hauswand oder der Gartenmauer in 50–100 cm Höhe auf Steinen oder Holzpfählen senkrecht aufgestellt und zum Schutz gegen Regen von oben zu-

sätzlich mit einem Brett abgedeckt. Aus Gewichtsgründen ist es günstiger, mehrere kleinere Lehmkistchen zu kombinieren, als eine Riesenkiste mit Lehm zu füllen.

7.6.1.5 Nisthilfen für im Erdboden nistende Arten

Trockene, von der Sonne beschienene und nur schütter bewachsene Böschungen sind beliebte Niststellen für zahlreiche Wildbienenarten. Aus Sand, sandigem Lehm oder im einfachsten Fall aus dem Rohboden, der beim Bauaushub anfällt, lassen sich auch künstliche Böschungen anschütten, die nicht mit humusreichem Oberboden abgedeckt werden dürfen. Der natürlichen Vegetationsentwicklung lassen wir zunächst freien Lauf. Erst wenn der Bewuchs dichter geworden ist, schaffen wir durch Auslichten wieder neue Niststellen. Wenn sich die Böschungen zu rasch bewachsen, pflegen wir sie wie eine Blumenwiese.

Insbesondere in Gebieten mit sandigem Untergrund kann man den Erdnistern auch ebene Flächen (hier genügt bereits ein Quadratmeter) anbieten, indem man die Pflanzendecke und die Humusschicht entfernt und die sich im Laufe der Zeit einstellende Vegetation ebenfalls hin und wieder etwas auslichtet. Günstig sind auch Sandflächen, die unter überhängenden Dachvorsprüngen angelegt sind, weil sie hier vor dem für die Brut nachteiligen Regen geschützt sind.

Erfolgversprechende Nistplätze sind auch niedrige Abbruchkanten (»Mikrosteilwände«), die lange vegetationsfrei bleiben und daher für die Nestanlage im Boden besonders geeignet sind. In hängigem Gelände, im oberen Bereich einer Böschung oder beim Wegebau lassen sie sich leicht schaffen, indem man mit einem Spaten eine 20–30 cm hohe Kante auf einer Länge von mehreren Metern absticht. In Steingärten nisten bisweilen Wollbienen (*Anthidium*) und Blattschneiderbienen (*Megachile*) in Erdspalten und unter Steinen. Vor allem in Sandgebieten kann auch eine breitfugige Pflasterung von Wegen und Plätzen als Nistplatz dienen. Auf jeden Fall sind alle Brutplätze, die uns bekannt werden, z. B. auf unbefestigten Gartenwegen und Plätzen oder an Heckenrändern, zu erhalten, da eine Neuansiedlung bei den Bodennistern meist schwieriger und langwieriger ist als bei den oberirdisch nistenden Arten.

7.6.1.6 Hummelansiedlung

Im Siedlungsbereich leben vor allem die Erdhummel (*Bombus terrestris*), die Gartenhummel (*Bom-*



Ein einfacher, aber regelmäßig von der Steinhummel (*Bombus lapidarius*), der Ackerhummel (*B. pascuorum*), der Wiesenhummel (*B. pratorum*) und der Baumhummel (*B. hypnorum*) besiedelter Hummelkasten. Das Holzkistchen (30 × 20 × 15 cm) ist mit Polsterwolle gefüllt. Vom Haupteingang führt ein etwa 20 cm langer, rechtwinkliger Gang an der Innenseite entlang zum eigentlichen Nestbezirk. Der Hummelkasten eignet sich auch zur Umquartierung gefährdeter oder bereits beschädigter Nester.

bus hortorum), die Ackerhummel (*B. pascuorum*), die Steinhummel (*B. lapidarius*), die Wiesenhummel (*B. pratorum*), die Waldhummel (*B. sylvarum*) und die Baumhummel (*B. hypnorum*). Die meisten von ihnen nisten in alten Mäusekesseln, in Bodenmulden grasiger Böschungen oder in Hohlräumen von Trockenmauern. Die Baumhummel nistet in Baumhöhlen, aber auch in Vogel-Nistkästen und im Dachboden. Detaillierte Möglichkeiten der künstlichen An- und Umsiedlung sind in dem Hummelführer von E. VON HAGEN (1986) ausführlich beschrieben, so daß hier auf eine Darstellung verzichtet werden kann. Auch im Fachhandel sind Hummelnistkästen erhältlich. Man sollte es den Hummelköniginnen aber selbst überlassen, ob sie diese Nisthilfen für eine Koloniegründung annehmen. Ein Einfangen zum Zwecke einer künstlichen Ansiedlung sollte nur im Rahmen wissenschaftlicher Untersuchungen erfolgen. Besser ist es, naturnahe Nistmöglichkeiten zu schaffen, z.B. Trockenmauern oder Stein- und Reisighaufen. Hummeln,

die sich in einem Vogel-Nistkasten oder sonstwo im Garten angesiedelt haben, sollten wir grundsätzlich nicht stören. Im Frühjahr von Hummeln bezogene Meisenkästen können ab Spätherbst gereinigt werden.

Hummelschutz im Garten besteht in erster Linie aus einem lückenlosen Angebot an blühenden Pflanzen vom Frühjahr bis zum Herbst.

7.6.2 Verbesserung des Nahrungsangebots

Wildwachsende Pflanzen wurden in früheren Zeiten in den Siedlungen viel mehr geduldet als heutzutage, wo sie regelmäßig bei »Verschönerungsaktionen« beseitigt werden. Auch sogenanntes »Ödland«, wie es im städtischen Bereich noch hin und wieder auf unbebauten Grundstücken oder im Umfeld von Güterbahnhöfen anzutreffen ist, stellt ein wichtiges Rückzugsgebiet für zahlreiche Bienenarten dar. Deshalb sollte wieder mehr Toleranz gegenüber der

spontan auftretenden Vegetation geübt werden. Auch Wildpflanzen, die sich ums Haus herum von selbst einstellen, sollten wir dulden. Viele von ihnen sind ja nicht nur wichtige Nahrungsquellen für Wildbienen, sondern auch eine natürliche Bereicherung unserer Dörfer und Städte. Speziell zu diesem Thema empfehle ich das Buch von LOHMANN (1986).

Die Liebe zum Bestellen eines Gartens ist uralte. Jahrhundertlang boten die alten Kloster- und Bauerngärten mit ihrer bunten Blütenvielfalt zahlreichen Bienenarten Nahrung. Dagegen entsteht durch einen Großteil der heutigen monotonen Ziergärten aus Nadelgehölzen, uniformen Bodendeckern und einem möglichst wildkräuterfreien Rasen ein ungeheurer Nahrungsmangel für Wildbienen. Dieser kann nur durch eine größere Vielfalt in unseren Gärten wieder beseitigt werden. Hierzu gibt es verschiedene Wege.

Die in jüngster Zeit wieder propagierten »Naturgärten«, in denen heimische Lebensgemeinschaften mit gärtnerischen Mitteln angesiedelt werden sollen, können für Wildbienen zweifellos förderlich sein. Hier wird nämlich der Garten in erster Linie als Lebensraum für Pflanzen und Tiere betrachtet (vgl. LOHMANN 1983, OBERHOLZER & LÄSSER 1983). Allerdings sollte ein Garten auch noch andersartige Bedürfnisse des Menschen (Erholung, Gemüse, Gewürzkräuter, Blumen) befriedigen dürfen, aber er kann dennoch naturnah angelegt sein. Auch einen Ziergarten können wir mit einer entsprechend bepflanzten Staudenrabatte, mit einem Steingarten oder Sommerblumenbeet wildbienenfreundlicher gestalten. Selbst im Nutzgarten und auf dem Balkon können wir das Nahrungsangebot für Wildbienen verbessern.

Aufgrund der verschiedenen Gartennutzungen berücksichtigt die hier getroffene Pflanzenauswahl auch eingebürgerte Gewächse. Es gibt nämlich durchaus Pflanzenarten, die in Mitteleuropa ursprünglich nicht heimisch waren, aber hervorragende Nahrungsquellen für Insekten darstellen. Denken wir nur an die Obstbäume, die verschiedenen Heil- und Gewürzkräuter oder viele Ackerswildkräuter, die schon vor Jahrhunderten oder Jahrtausenden auf vielerlei Wegen in unsere Breiten gelangt sind. Meist stammen die Pflanzen aus dem Mittelmeerraum und haben in Mitteleuropa nahe Verwandte. Echte »Exoten« wie die Forsythie haben ihre Heimat in der Regel in weit entfernten Ländern (z. B. China) oder auf anderen Kontinenten.

Gefüllte Blüten haben ihre Bedeutung als Spender von Nektar und Pollen verloren. Auf solche Züchtungen sollten wir daher verzichten, wollen wir für Wildbienen und andere Insekten etwas tun.

Alle Angaben beruhen auf langjährigen Beobachtungen in Dörfern und Städten Südwestdeutschlands, sind aber im wesentlichen auch auf andere Gebiete in Deutschland, in Österreich oder in der Schweiz übertragbar. Jene Pflanzen, die für Wildbienen der Dörfer und Städte lebenswichtige Pollenquellen darstellen, sind mit einem * gekennzeichnet; diesen Pflanzen sollte man daher besondere Beachtung schenken. Insbesondere bei den Stauden werden auch Blütenfarbe, Wuchshöhe, Blütezeit und gegebenenfalls auch Standortansprüche genannt, um ihre Verwendung im Garten zu erleichtern (vgl. auch 5.8). Für weitere gärtnerische Fragen sei auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen.

In Staudengärtnereien, Samenhandlungen und Baumschulen sind die meisten der hier genannten Pflanzen erhältlich. Verschiedene Staudengärtnereien führen neuerdings verstärkt auch einheimische Wildstauden in ihrem Sortiment. Mit anderen Gartenbesitzern können wir auch Pflanzen und Samen tauschen. Gegebenenfalls kann man in der näheren Umgebung auf Wiesen, in Kiesgruben, auf Industriearealen, bei Güterbahnhöfen, auf Bahn- oder Straßenböschungen Samen häufiger Arten auch selbst sammeln, selbstverständlich unter Beachtung der Eigentumsverhältnisse und sonstiger rechtlicher Bestimmungen. Keinesfalls sollten wir Pflanzen ausgraben.

7.6.2.1 Bäume und Sträucher

Nadelgehölze bieten Wildbienen keine Nahrung. Unter den exotischen Sträuchern ist v. a. die Forsythie trotz ihrer zahllosen gelben Blüten für Wildbienen völlig wertlos. An ihrer Stelle pflanzen wir besser einheimische Blütengehölze. Gute Nahrungsquellen sind z. B. Weißdorn (*Crataegus*), Schlehe (*Prunus spinosa*), Wildrosen (*Rosa*), Berberitze (*Berberis vulgaris*), Frühlings-Ahorn (*Acer platanoides*), Feldahorn (*Acer campestre*) und Weiden (*Salix*). Von den Weiden sollten nicht nur männliche, sondern auch weibliche Pflanzen verwendet werden. An Obstbäumen und Beerensträuchern (Stachel- und Johannisbeeren, Brombeeren, Himbeeren) sammeln außer Hummeln auch zahlreiche weitere Wildbienen die Nahrung für ihre Brut und sind dabei als wichtige Bestäuber tätig.

7.6.2.2 Ranken- und Kletterpflanzen

In weiten Teilen Süddeutschlands kommt die Sandbiene *Andrena florea* vor, die dort auf die Rotfruchtige Zaunrübe (*Bryonia dioica*) spezialisiert ist. Die-



Die Zaunrübe (*Bryonia dioica*) sollte man als Pollenquelle der Sandbiene *Andrena florea* auch am eigenen Gartenzaun dulden.

ses mehrjährige, nährstoffreiche und kalkige Böden beanspruchende Kürbis-Gewächs kann man durch Aussaat seiner roten Beeren (giftig!) am Gartenzaun, am Heckenrand oder beim Kompost ansiedeln. Als Pollenquelle kommen aber nur die männlichen Pflanzen in Frage. Dort, wo die Zaunrübe sich selbst einstellt, z. B. in Parkanlagen, sollte man sie dulden.

Die karminrote oder weiße Staudenwicke (*Lathyrus latifolius*) eignet sich hervorragend für Zäune. Sie blüht im Juni und Juli und ist eine beliebte Pollenquelle der Blattschneiderbiene *Megachile willughbiella* und der Mörtelbiene *Megachile ericetorum*.

Unter den Spaliersträuchern sind Brombeeren und Kletterrosen mit ungefüllten Blüten gute Nahrungsquellen.

Dort, wo die Holzbiene *Xylocopa violacea* vorkommt, besucht sie mit großer Vorliebe die traubenförmigen, blauen Blütenstände der für Pergolen oder Hauswände geeigneten Glyzinie (*Wistaria sinensis*).

7.6.2.3 Blumenwiese

Unter »Blumenwiesen« verstehen wir artenreiche, ertragsarme Mähwiesen mit hohem Kräuteranteil. Ihr Schnitt ist so abgestimmt, daß möglichst viele

erwünschte Pflanzen ihre Blütenbildung und Samenreife abschließen können. Sie bieten dem Stadtbewohner nicht nur mehr Naturerlebnis, sondern sind auch ein nicht zu unterschätzender Beitrag zur Erhaltung vielfältiger Lebensgemeinschaften. Geeignete Standorte sind Straßen- und Wegränder, Teilflächen in Parks und Grünanlagen und größere Hausgärten. Als Spiel- oder Liegefläche dürfen sie allerdings nicht genutzt werden.

Besitzer einer Wiese – ob mit oder ohne Obstbäume – sollten auf den oftmaligen Einsatz des Rasenmähers verzichten und statt dessen nur zweimal im Jahr mit der Sense bzw. Motorsense oder mit dem Balkenmäher mähen. Das Mähgut darf nicht liegen bleiben und kann zum Mulchen der Obstbäume verwendet oder separat kompostiert werden. Zahlreiche Wiesenkräuter sind wichtige Nahrungsquellen für Wildbienen. Man muß aber wissen, daß diese Pflanzen das regelmäßige Mähen mit dem Rasenmäher nicht vertragen und nach wenigen Jahren ganz ausbleiben. Benachbarte Wiesenbesitzer sollten während des Sommers nicht zur gleichen Zeit mähen, damit den blütenbesuchenden Insekten nicht schlagartig die gesamte Nahrungsgrundlage entzogen wird, und den Mähtermin entsprechend miteinander abstimmen. Eine empfehlenswerte Methode ist auch eine gestaffelte Mahd: zuerst wird eine Hälfte der Wiese gemäht. Sobald sich auf dieser



Bei einem Verzicht auf das häufige Mähen wird der ehemalige Rasen zur bunten Wiese. Hier blühen - drei Jahre nach der Umstellung – u.a. Margerite (*Leucanthemum vulgare*), Wiesen-Glockenblume (*Campanula patula*) und Kuckucks-Lichtnelke (*Lychnis flos-cuculi*).

Fläche wieder die ersten Blüten zeigen, mäht man die andere Hälfte. Gemäht werden muß auf jeden Fall, da sonst konkurrenzschwache Wiesenarten verschwinden und die Wiese durch das Brachfallen artenärmer wird.

Für die Neuanlage einer blumenreichen Magerwiese eignen sich am besten nährstoffarme Standorte. Bei der Neugestaltung eines größeren Gartens z.B. ist es daher günstiger, wenn man für die Blumenwiese eine Rohbodenfläche ohne Humusüberdeckung vorsieht. Aber auch die Saatmischung hat entscheidenden Einfluß auf die Entwicklung einer Blumenwiese. Im Handel erhältliche Wiesenmischungen enthalten oft Samen fremdländischer Arten und Ackerwildkräuter, die im zweiten Jahr verschwinden, und meist auch zu viele Gräser. Auch Weißklee ist regelmäßig enthalten, der aber für die Wieseneinsaat ungünstig ist, weil er sich sehr schnell ausbreitet. Wenn wir überhaupt solche Saatmischungen verwenden, dann sollte dünn gesät werden, d.h. die Aussaatmenge sollte 5 g/m nicht überschreiten. Ziel ist nämlich eine lockere Wiesennarbe, damit sich noch weitere Arten von selbst ansamen können. Besser ist es aber, vorher in der näheren Umgebung selbst gesammelte Samen heimischer

Arten einzusäen. Die Aussaat kann von April bis September erfolgen.

Welche Artenzusammensetzung sich letztendlich aber einstellen wird, hängt von den jeweiligen Standortbedingungen ab. Die Entwicklung einer Blumenwiese mit stabiler Artenzusammensetzung fordert jedenfalls Geduld, denn sie braucht viele Jahre. Der günstigste Mähtermin ist dann, wenn die Wiese ihre höchste Entwicklung erreicht hat. Besonders bei nährstoffreicheren Verhältnissen kann dies bedeuten, daß im ersten Jahr viermal gemäht werden muß. Später soll zweimal pro Jahr gemäht werden (Juni/Juli und September/Okttober). Bei mageren Bodenverhältnissen genügt ein Schnitt pro Jahr im September/Okttober. Das Mähgut ist grundsätzlich abzuräumen. Auf jegliche Düngung wird verzichtet. Einen vorhandenen Rasen durch weniger häufiges Mähen oder durch Nachsaat zu einer artenreichen Blumenwiese entwickeln zu wollen, ist meist aufgrund der Wurzelkonkurrenz der Gräser ohne durchschlagenden Erfolg. Wenn man den Rasen nur noch zwei- bis viermal im Jahr mäht, kommen zumindest Gänseblümchen, Günsel, Löwenzahn, Hahnenfuß, Gundelrebe, Weißklee oder Ehrenpreis zum Blühen, was bereits eine Verbesse-

rung ist. Empfehlenswerter ist aber ein nachträgliches Einpflanzen von Wiesenstauden oder ein kleinflächiges Abstecken der Rasendecke und Neueinsaat in diese Flächen.

Empfohlene Wiesenkräuter zum nachträglichen Einpflanzen in den Rasen oder für die Neueinsaat:

- Hornklee (*Lotus corniculatus*)
- Espartette (*Onobrychis viciifolia*)
- *Luzerne (*Medicago sativa*)
- Rotklee (*Trifolium pratense*)
- *Zaunwicke (*Vicia sepium*)
- *Wiesen-Platterbse (*Lathyrus pratensis*)
- *Gamander-Ehrenpreis (*Veronica chamaedrys*)
- Wiesen-Salbei (*Salvia pratensis*)
- Kriechender Günsel (*Ajuga reptans*)
- *Witwenblume (*Knautia arvensis*)
- *Skabiose (*Scabiosa columbaria*)
- *Glockenblumen (*Campanula glomerata*, *C. patula*, *C. rotundifolia*)
- *Hahnenfuß (*Ranunculus acris*, *R. bulbosus*)
- *Wilde Möhre (*Daucus carota*) (zweijährige Art)
- *Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*)
- *Wiesen-Pippau (*Crepis biennis*) (zweijährige Art)
- *Rauher Löwenzahn (*Leontodon hispidus*)
- *Gewöhnliches Ferkelkraut (*Hypochoeris radicata*)
- Flockenblume (*Centaurea jacea*)
- Schafgarbe (*Achillea millefolium*)
- Gewöhnliche Wucherblume (*Leucanthemum vulgare*).



Zu den Schuttpflanzen gehört auch die Färber-Resede (*Reseda luteola*), die man auch im eigenen Garten auf einer Schuttfäche ansiedeln kann.

7.6.2.4 Ein- und zweijährige krautige Pflanzen

Ein- bis zweijährige Wildkräuter kann man problemlos im Garten ansiedeln. Auch ohne gezieltes Einsäen wachsen nach vorherigem Umgraben verschiedene Arten auf solch einem »Wildkräuterbeet«. Falls uns die sich spontan einstellenden Arten nicht genügen, ergänzen wir mit gesammelten Samen (z. B. von Ackerwildkräutern). Jahr für Jahr muß neu umgegraben werden.

Auch ein kleines Winterraps-Feld erweist sich im Garten als vielbesuchter Blütenhorizont. Winterraps (*Brassica napus*) sollte von Mitte August bis Anfang September auf nährstoffreichem Boden gesät werden. Er kommt im Mai/Juni zur Blüte. Sich einstellende Glanzkäfer, die sich bisweilen in Menge über die Blütenknospen hermachen, kann man vom Blütenstand abklopfen, in einem Gefäß auffangen und ohne Anwendung von Gift beseitigen.

Im Ziergarten sollte unter den Sommerblumen neben *Violettem Natterkopf (*Echium plantagi-*

neum) und Kornblume (*Centaurea cyanus*) auch die *Garten-Resede (*Reseda odorata*) nicht fehlen. Sie bietet der Maskenbiene *Hylaeus signatus* Nahrung, die ausschließlich *Reseda*-Arten besucht.

Aus der Fülle der zweijährigen Wildkräuter seien einige wenige aufgeführt, die man auf einem »Schuttpflanzenbeet« in einem besonnten, trockenen, steinigen und humusarmen Bereich im Garten ansiedeln kann. Solch eine Wildkräutergesellschaft bietet im Sommer ein ungemein farbenprächtiges Bild. Beim Hausbau kann man auch einfach ein Stück Rohbodengelände zunächst ganz der Natur überlassen. Lehmigen Boden kann man auch mit Kiesschotter oder Sand anreichern, um die Wasserdurchlässigkeit zu erhöhen und dadurch die Standortverhältnisse zu verbessern. Wenn sich die Pflanzen versamt haben, bearbeiten (hacken) wir den Boden im Wuchsbereich, dadurch können sich die folgenden Pflanzen auch selbst vermehren:

- *Reseden, z. B. Wilde Resede (*Reseda lutea*) und Färber-Resede (*R. luteola*)
- *Wilde Möhre (*Daucus carota*)
- *Natterkopf (*Echium vulgare*)
- *Gewöhnliches Bitterkraut (*Picris hieracioides*)
- Gelber Steinklee (*Melilotus officinalis*)

Weißer Steinklee (*Melilotus alba*)

*Gewöhnliche Kratzdistel (*Cirsium vulgare*)

*Gewöhnliche Ochsenzunge (*Anchusa officinalis*), liebt kalkarmen Sandboden, an geeigneten Standorten oft ausdauernd.

7.6.2.5 Zwiebelgewächse

Zwiebelgewächse lassen sich im Rasen, in der Blumenwiese, im Staudenbeet, unter lichtem Gehölz oder im Steingarten verwenden. Unter den Frühblühern sei vor allem der Blaustern (*Scilla siberica*) empfohlen, der im zeitigen Frühjahr das noch spärliche Nahrungsangebot für die Mauerbiene *Osmia cornuta* bereichert. Die etwas später blühenden Traubenhyazinthen (*Muscari*-Arten) werden vor allem von den Männchen der Mauerbiene *Osmia rufa* besucht. Die im Hochsommer blühenden Laucharten sind die ausschließlichen Nahrungspflanzen der Maskenbiene *Hylaeus punctulatus*, die dem Anbau von Zwiebeln und Küchenlauch in den menschlichen Siedlungen gefolgt ist, in den Ziergärten aber auch den Kugel-Lauch (*Allium sphaerocephalon*), den Berg-Lauch (*Allium montanum*) und den Runden Lauch (*Allium rotundum*) besucht.

Eine ganze Reihe von Zwiebelgewächsen (Wildtulpen, manche Lauch-Arten u.a.) stammen aus vorderasiatischen Gebieten (Türkei), von wo sie in riesigen Mengen importiert werden und dadurch an ihren Wildstandorten bereits stark bedroht sind. Wir sollten daher nur nachweislich in Gärten durch Samen oder Brutzwiebeln vermehrte Pflanzen verwenden und im Zweifelsfall lieber auf diese Zwiebelgewächse verzichten.

7.6.2.6 Stauden

Aus der Fülle der im Handel erhältlichen Stauden werden hier nur die aufgeführt, die hervorragende Nahrungspflanzen für Wildbienen sind. Einheimische Wildstauden, die sich im Staudenbeet, im Steingarten, im Saum von Hecken oder am Tümpelrand gut eingliedern lassen, sind berücksichtigt. Um der Vogelwelt das Nahrungsangebot in der kalten Jahreszeit zu erweitern und um den in Stengeln überwinterten Insekten Möglichkeiten zu bieten, sollten wir zumindest einen Teil der Fruchtstände über Winter stehen lassen und erst im April zurückschneiden. Durch natürliche Versamung erhalten wir dann regelmäßig auch Jungpflanzen.

Hohler Lerchensporn (*Corydalis cava*), purpurn, 10–35 cm, April/Mai, liebt Halbschatten.



Durch die Kultur mancher Zierpflanzen fördert der Mensch unbeabsichtigt auch bestimmte Wildbienen. So lockt der Woll-Ziest (*Stachys byzantina*) z. B. die Wollbiene *Anthidium manicatum* auch in den eigenen Hausgarten.



Die Dornige Hauhechel (*Ononis spinosa*) ist eine gute Pollenquelle für manche Wollbienen (*Anthidium*) sowie Blattschneider- und Mörtelbienen (*Megachile*).



Der Schweizer Schöterich (*Erysimum helveticum*) wird im Steingarten besonders gern von der Mauerbiene *Osmia brevicornis* besucht.



Eine anspruchslose, winterharte und im Hochsommer ergiebige Nahrungspflanze ist der Schwertalant (*Inula ensifolia*).



Die Löcherbiene *Heriades truncorum* kann man regelmäßig beim Pollensammeln in den Köpfchen des Schwertlilientalants beobachten.

Malven (*Malva*-Arten), z.B. Wilde Malve (*Malva sylvestris*), rot, 20–100 cm, Juni–September; Moschus-Malve (*Malva moschata*), hellrosa, 20–50 cm; Rosen-Malve (*Malva alcea*), hellrosa, 50–100 cm, Juni–September.

*Hauhechel (*Ononis*-Arten), rosa, 15–50 cm, Juni–August, magerer Standort, Steingarten.

*Ziest (*Stachys*-Arten), z.B. Woll-Ziest (*Stachys byzantina*), blaßrot, 50 cm, Juni–August (nicht nur Nahrungspflanze sondern auch Lieferant von Nestbaumaterial für die Wollbiene *Anthidium manicatum*); Heil-Ziest (*Stachys officinalis*), rot, 60 cm, Juni/Juli; Aufrechter Ziest (*Stachys recta*), weiß oder blaßgelb, 20–60 cm, Juni–Oktober, Steingarten; Sumpf-Ziest (*Stachys palustris*), rot-violett, 30–100 cm, Juni–September, Tümpelrand; Wald-Ziest (*Stachys sylvatica*), rot-violett, 30–100 cm, Juni–September, Tümpelrand.

Nesseln (*Lamium*-Arten), halbschattige, nährstoffreiche Orte.

Kriechender Günsel (*Ajuga reptans*), blau, 15 cm, Mai/Juni, Bodendecker für halbschattige Plätze.

Gundermann (*Glechoma hederacea*), blauviolett, 10–30 cm, April–Juni, für schattige, nährstoffreiche Orte, Bodendecker.

*Schwarznessel (*Ballota nigra*), stark rückläufige Charakterart stickstoffreicher Plätze in Dörfern, braucht sehr nährstoffreichen Boden, violett, 60–100 cm, Juli–September.

Herzgespann (*Leonurus cardiaca*), hellrosa, 30–100, Juni–September, liebt stickstoffreichen Boden.

Edel-Gamander (*Teucrium chamaedrys*), rosa, 15–30 cm, Juli/August, Steingarten.

Thymian (*Thymus*-Arten), z.B. Zitronen-Thymian (*Thymus citridorus*), lilarosa, 20 cm, Juni/Juli, Steingarten oder als Bodendecker.

*Glockenblumen (*Campanula*-Arten), blau, z.B. Knäuel-Glockenblume (*Campanula glomerata*), 20–40 cm, Juni/Juli; Pfirsichblättrige Glockenblume (*Campanula persicifolia*), 30–80 cm, Juni–August; Ranken-Glockenblumen (*Campanula poscharskyana*, *C. portenschlagiana*), 10 cm, Juni–Oktober, Steingarten und Trockenmauer.

Ausdauernde Sandrapunzel (*Jasione laevis*), blau, 30 cm, Juli/August, Steingarten.

Lungenkraut (*Pulmonaria*-Arten), violett, 20–30 cm, April/Mai, schattige Plätze.

Gemeiner Beinwell (*Symphytum officinale*), weiß, gelb oder violett, 30–50 cm, Mai–Juli, feuchter Gehölzrand.

*Fetthennen (*Sedum*-Arten), v.a. Felsen-Fetthenne (*Sedum reflexum*), gelb, 10–30 cm, Juli/August, Steingarten und Trockenmauer.

*Hauswurz (*Sempervivum*-Arten), v.a. Spinnwebige Hauswurz (*Sempervivum arachnoideum*), rot, 5–12 cm, Juni/Juli, Steingarten und Trockenmauer.

Blaukissen (*Aubrietia deltoidea*), blau, 5–10 cm, April/Mai, Steingarten und Trockenmauer.

*Steinkraut (*Alyssum*-Arten) für Steingarten und Trockenmauer, z.B. Berg-Steinkraut (*Alyssum montanum*), gelb, 10–20 cm, April/Mai; Felsen-Steinkraut (*Alyssum saxatile*), gelb, 10–30 cm, April/Mai.

*Schweizer Schöterich (*Erysimum helveticum*), gelb, 15–50 cm, Mai/Juni, für Steingarten und Trockenmauer.

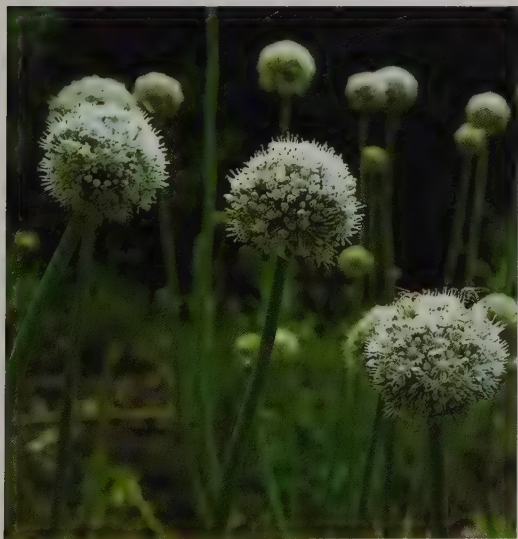
*Nachtviole (*Hesperis matronalis*), violett oder weiß, 40–80 cm, Mai–Juli.

*Wiesen-Bärenklau (*Heracleum sphondylium*), weiß, 80–150 cm, Juni–September.

*Edeldistel (*Eryngium*-Arten), v.a. Flachblättriger Mannstreu (*Eryngium planum*), blau, 30–60 cm, Juli–September, liebt sonnigen, durchlässigen Boden.

*Wollige Strohblume (*Helichrysum thianshanicum*), gelb, 20 cm, Juni/Juli, Steingarten; v.a. auch das lang blühende *Helichrysum* × 'Schwefellicht', ebenfalls für den Steingarten; beide Arten liefern Nestbaumaterial für Wollbienen.

*Gold-Schafgarbe (*Achillea filipendulina*), gelb, 100 cm, Juni–August.



Auf den hübschen Blütenständen der Küchenzwiebeln (*Allium cepa*) stellen sich schnell auch einige, teils hochspezialisierte Maskenbienen (*Hylaeus*) als Besucher ein.



Läßt man Kohl (*Brassica*) zum Blühen kommen, wird er zur reich besuchten Nahrungsquelle.

*Rainfarn (*Tanacetum vulgare*), gelb, 100 cm, Juli/August.

*Mutterkraut (*Tanacetum parthenium*), auch einjährige Kultur möglich, weiß, 50–80 cm, Juni–August.

*Färber-Kamille (*Anthemis tinctoria*), gelb, 20–50 cm, Juni–September, sonnige Plätze.

*Schwertalant (*Inula ensifolia*), gelb, 20 cm, Juli–September, sonnige Plätze.

*Echter Alant (*Inula helenium*), gelb, bis 2 m, Juli/August, braucht viel Platz und nährstoffreichen Boden.

*Wiesen-Alant (*Inula britannica*), gelb, 20–60 cm, Juli–September, nicht zu trockene Stellen, bildet schnell zahlreiche Ausläufer.

*Ruhr-Flohkraut (*Pulicaria dysenterica*), gelb, 50 cm, Juli/August, Tümpelrand.

*Ochsenaugen (*Buphthalmum salicifolium*), gelb, 20–50, Juni/Juli.

*Wegwarte (*Cichorium intybus*), blau, 30–120 cm, Juli/August.

*Rispen-Flockenblume (*Centaurea paniculata*), rosa, 30–120 cm, Juli–September, sehr reichblütig, liebt Trockenheit und Wärme.

*Kugeldistel (*Echinops ritro*), blau, 100–120 cm, Juni–August.



Blütenschläfer, hier ein Männchen der Scherenbiene *Chelostoma fuliginosum*, kann man auch auf dem Balkon beobachten, wenn man für ausreichend Glockenblumen (hier *Campanula poscharskyana*) sorgt.

7.6.2.7 Küchen-, Gewürz- und Heilkräuter

Praktisch alle Pflanzen dieser Gruppe sind gute Nahrungsquellen für Wildbienen, insbesondere Garten-Salbei (*Salvia officinalis*), Muskateller-Salbei (*Salvia sclarea*), Ysop (*Hyssopus officinalis*), Melisse (*Melissa officinalis*) und Bergbohnenkraut (*Satureja montana*). Ausdauernde Arten können sehr gut auch im Staudenbeet oder im Steingarten Verwendung finden. Selbst auf dem Balkon kann man einige von ihnen kultivieren. Wir ernten nur einen Teil des ersten blattreichen Aufwuchses, lassen im übrigen die Pflanze zur Blüte kommen. Wildbienen verschiedenster Art werden v.a. durch den Nektar angelockt, u.a. Wollbienen (*Anthidium*) und Wespenbienen (*Nomada*) sowie Hummeln (*Bombus*). Die Blüten des Fenchels (*Foeniculum vulgare*) sind oft ganz bedeckt mit Masken-, Furchen- und Blutbienen (*Hylaeus*, *Halictus*, *LasioGLOSSUM*, *Sphecodes*). Der Boretsch (*Borago officinalis*) wird sehr gerne von Hummeln besucht. Das würzig duftende Balsamkraut (*Tanacetum balsamita*) blüht recht spät (August–Oktober) und ergänzt so das Korbblütler-Angebot des Staudenbeckes. Selbst im Gemüsegarten können wir das Nah-

rungsangebot für Wildbienen bereichern, in dem wir einige *Küchenzwiebeln (*Allium cepa*) oder Lauchpflanzen (*Allium porrum*) blühen lassen für die Maskenbiene *Hylaeus punctulatus* und verwandte Arten.

7.6.2.8 Balkonpflanzen

Der überwiegende Teil der heutzutage üblichen Balkonpflanzen, wie Pelargonien (»Geranien«), Petunien oder Pantoffelblumen, sind für Wildbienen und – mit Ausnahme des zu den Schwärmern zählenden Taubenschwänzchens – fast alle anderen Insekten völlig uninteressant. Problemlos können aber einjährige Blumen und Wildkräuter sowie eine ganze Reihe von Stauden auch in Balkonkästen und in Kübeln kultiviert werden und verschiedenste Wildbienen anlocken. So wachsen auf meinem Balkon von April bis Oktober rund 30 verschiedene Arten an Wild- und Nutzpflanzen, was durch den im Jahresverlauf immer wieder wechselnden Blühaspekt auch von hoher ästhetischer Wirkung ist. Als Pflanzenerde darf man keinesfalls »Balkonblumenerde« verwenden, die viel zu humusreich ist und meist aus verrottetem Hochmoortorf besteht, den



Mit der Felsen-Fetthenne (*Sedum reflexum*) hat der Verfasser auch die Wollbiene *Anthidium oblongatum* auf seinen Balkon gelockt.



Die Knäuel-Glockenblume (*Campanula glomerata*) ist eine ausgesprochen winterharte Staude, die selbst ein totales Durchfrieren im Balkonkasten verträgt.

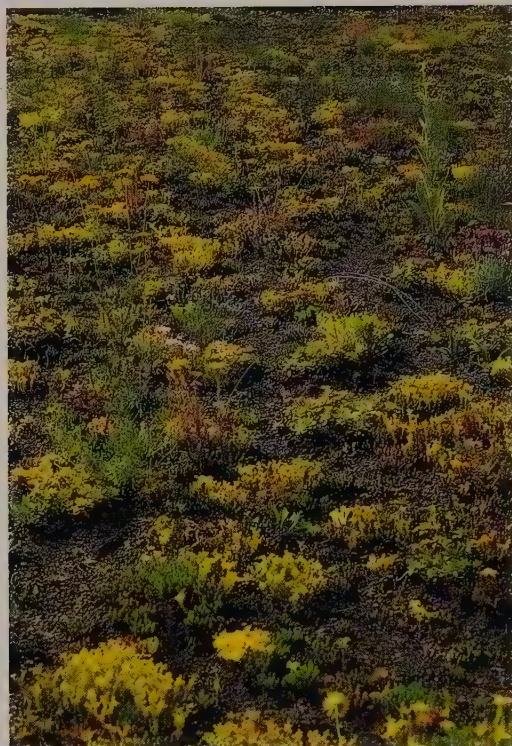
wir aus Gründen des Moorschutzes ohnehin nicht mehr verwenden sollten. Wir besorgen uns daher in der Umgebung unseres Wohnortes humusarmen Boden (z. B. lehmigen Sand, sandigen Lehm). Auch Gartenerde können wir nehmen, wenn sie durch Beigabe von Sand etwas abgemagert ist. Für guten Wasserablauf ist zu sorgen. Eine mäßige organische Düngung ist einmal im Jahr (Frühling) angebracht. Im Winter sollte, wenn möglich, eine dauernde Staunässe vermieden werden (abdecken!).

Neben ein- und zweijährigen Wildkräutern, z. B. Kornblumen (*Centaurea cyanus*) und Ringelblumen (*Calendula officinalis*) können folgende Stauden über viele Jahre hinweg ganzjährig im Balkonkasten gehalten werden und überstehen auch Frostperioden problemlos: Knäuel-Glockenblume (*Campanula glomerata*), Ranken-Glockenblume (*Campanula portenschlagiana*), Schwertalant (*Inula ensifolia*), Färberkamille (*Anthemis tinctoria*), Felsen-Fetthenne (*Sedum reflexum*), Scharfer Mauerpfeffer (*Sedum acre*), Schafgarbe (*Achillea millefolium*), Wollige Strohblume (*Helichrysum* × 'Schwefellicht'), Thymian (*Thymus*), Blaukissen (*Aubrieta deltoidea*).

Selbst Reseden (*Reseda lutea* und *R. luteola*),



Auch ein Balkon kann wildbienenfreundlich bepflanzt werden.



Auch Dachbegrünungen können die Lebensbedingungen für Wildbienen im Siedlungsbereich verbessern helfen.

Aufrechten und Deutschen Ziest (*Stachys recta*, *S. germanica*) sowie Ranken-Platterbse (*Lathyrus latifolius*) kultiviere ich auf meinem Balkon. Die als Ampelpflanzen verschiedentlich in Gärtnereien angebotene Glockenblume *Campanula isophylla* ist ein unermüdlicher Dauerblüher und verlängert das Angebot an Glockenblumen auf dem Balkon bis in den Herbst hinein. Die Art ist allerdings frostfrei zu überwintern und erst nach den »Eisheiligen« ins Freie zu bringen.

Eigenen Experimenten sind keine Grenzen gesetzt!

7.6.2.9 Dachbegrünung

Durch eine Begrünung von Flachdächern (z. B. Garagen) mit Trockenheit und Wärme liebenden Pflanzen bieten wir Wildbienen ein zusätzliches Nahrungsangebot. Hierfür eignen sich eine ganze Reihe von Steingarten- bzw. Trockenmauerpflanzen, insbesondere Fetthennen (*Sedum*-Arten), Hauswurz (*Sempervivum*-Arten), Blaukissen (*Aubrieta deltoidea*), Steinkraut (*Alyssum*-Arten), Ranken- und Rundblättrige Glockenblume (*Campanula porten-*

schlagiana, *C. rotundifolia*), Schwertalant (*Inula ensifolia*) oder Färberkamille (*Anthemis tinctoria*). Zusätzliche Hinweise und weiterführende Literatur geben KRÜGER (1983), LOHMANN (1986) und ZIMMERMANN (1987).

7.7 Zusammenfassung der wichtigsten Forderungen

Der folgende Katalog soll noch einmal die wichtigsten Maßnahmen für einen wirksamen Schutz von Wildbienen zusammenfassen.

Naturschutzverwaltung

- Erhöhung der Zahl von Naturschutzgebieten.
- Verbesserung der Pflege von Naturschutzgebieten.
- Umsetzung der Biotopkartierung.

Landwirtschaft

- Drastische Reduzierung des Einsatzes von Pestiziden, insbesondere von Herbiziden und Insektiziden.
- Extensive Nutzungsformen durch Subventionen erhalten und fördern.
- großflächige Extensivierung statt kleinflächige Flächenstillegung.
- Dünge- und Intensivierungsverbot für Magerstandorte.
- Nutzung der Magerwiesen als einschürige, ungedüngte Mähwiesen.
- Förderung von extensiv bewirtschafteten Pufferzonen an den Rändern von Feuchtgebieten, Magerwiesen und entlang von Waldrändern.
- Streuobstwiesen mit Hochstämmen statt Intensivobstplantagen mit Spalier- und Niederstammkulturen.
- Keine Verwendung des Rasenmähers in Obstwiesen; statt dessen zweimalige Mahd mit Sense oder Balkenmäher; Abräumen des Mähguts.
- Erhaltung alter Erdwege in der Feldflur.
- Keine Anlage von Wirtschaftswegen unmittelbar an Waldrändern.
- Keine weiteren (Reb)Flurbereinigungen im herkömmlichen und teils noch heute üblichen Sinne, insbesondere nicht in historisch gewachsenen Kulturlandschaften.
- Nutzung des Flurbereinigungs-Instrumentariums nur noch zur Biotopvernetzung und Neuschaffung von Lebensräumen in bereits ausgeräumten Landschaften.

Forstwirtschaft

- Wirksame und einschneidende Maßnahmen zur Rettung der Wälder.
- Kein Kalken und Düngen der Wälder.
- Entwicklung und Sicherung von Naturwaldbiotopen in den großen Waldgebieten.
- Erhaltung aller noch vorhandenen Auwälder und Trockenwälder.
- Keine Begradigung von Waldrändern.
- Extensiv bewirtschaftete Wiesenstreifen entlang von Waldrändern.
- Schutzprogramm zur Erhaltung naturnaher, süd-exponierter Waldränder unter Einfluß der Entwicklung neuer Waldränder.
- Erhaltung von Totholzstrukturen (Altholzinseln) im Innern und am Rand von Wäldern.
- Teilweises Freistellen von Dünenresten und Flugsandfeldern, die in der Vergangenheit aufgeforstet wurden. Nach dem Aushieb Streudecke abschieben zur Schaffung offener und humusarmer Sandflächen.
- Keine weiteren Aufforstungen von Magerwiesen, Grenzertragsflächen und natürlichen Waldlichtungen.
- Verzicht der Befestigung von Waldwegen.
- Waldwegränder höchstens einmal im Jahr und nicht während der Vegetationsperiode mähen; Mähgut abräumen.

Wasserwirtschaft

- Erhaltung dynamischer Prallhänge von Flüssen und Bächen als natürliche Nistplätze der Steilwandbewohner.
- Verzicht auf den Ausbau von Fließgewässern und künstlich geschaffener Uferbefestigungen.
- Erhaltung und Förderung natürlicher und naturnaher Gewässersäume.
- Erhaltung alter Bäume und Totholzstrukturen in Galeriewäldern.
- Auf die Belange des Naturschutzes abgestimmte Pflege von Hochwasserdämmen.
- Verzicht der Mahd der Hochstaudenvegetation entlang von Gräben, Kanälen und sonstigen Fließgewässern während der Vegetationsperiode.
- Renaturierung ausgebauter Fließgewässer und Seen.

Verkehrswegebau

- Kein Neubau von Straßen in naturnahen Landschaftsräumen, insbesondere durch Feucht- und Trockengebiete sowie entlang von Waldrändern.

- Kein Ausbau des befestigten Feldwegenetzes.
- Naturnahe Sicherung und Pflege von Straßenböschungen. Mähgut stets abräumen.
- Nicht alle Böschungen mit Gehölzen bepflanzen.

Gartenbau und Grünpflege

- Keine Verwendung von Pestiziden, insbesondere Herbiziden und Insektiziden.
- Anlage von Blumenwiesen statt Zierrasen.
- Förderung blütenreicher Anlagen aus heimischen Stauden an Stelle von fremdländischen Bodendeckern.
- Wildbienenfreundliche statt gefüllte Blumen.
- Verzicht auf Torf.
- Keine Verwendung von Rindenschrot zur Abdeckung bei Neupflanzungen.
- Größere Duldung von Pionierpflanzen und keine Mahd städtischer Ruderalflächen.
- Gehölzpflanzungen im Siedlungsbereich nach Naturschutz-Kriterien.

Abbaugelände

- Verzicht auf Rekultivierung von Sand-, Kies- und Lehmgruben sowie Steinbrüchen.
- Keine Deponien in Abbaugeländen nach der Nutzungsaufgabe.
- Erhöhung der ausschließlich für Naturschutzzwecke reservierten Abbaustellen.

Dorferneuerung

- Ökologisch orientierte Dorfsanierung.
- Bereicherung des ländlichen Wohn- und Wirtschaftsraumes mit naturnahen Landschaftselementen.
- Duldung und Förderung der dörflichen Ruderalflora.
- Traditionelle Bauerngärten statt Zierrasen und Koniferenpflanzungen.
- Erhaltung oder Neuschaffung von Streuobstgärten.

Forschung und Bildung

- Intensivierung der Erforschung der Biologie und Ökologie von Wildbienen.
- Übernahme der Wildbienen in die Lehrpläne der Schulen.
- Information und Sensibilisierung der Bevölkerung, insbesondere auch der Land- und Forstwirte sowie der Imker über die Notwendigkeit und die Probleme des Wildbienen-schutzes.

*Weitere Grundlagenwerke zum
Artenschutzprogramm von Baden-Württemberg:*

Die Vögel Baden-Württembergs

Avifauna Baden-Württemberg in 7 Bänden

Band 1: Gefährdung und Schutz. Ein Beitrag zum Artenschutzprogramm. Bearbeitet von Dr. Jochen Hölzinger, Kuratorium für avifaunistische Forschung in Baden-Württemberg e.V. 3 Teilbände; 1800 Seiten mit 1458 Abbildungen, davon 342 Farb- und 1116 Schwarzweißabbildungen sowie 301 Tabellen. Leinen mit Schutzumschlag DM 128,-

Band 4: Folienkarten. 36 Folien, 66 Textseiten. Kassette DM 32,-

In Vorbereitung: Band 2: Brut-Verbreitung, Band 3: Wanderungen, Winter-Verbreitung, Band 5: Fortpflanzung, Band 6: Ernährung, Band 7: Bibliographie.

Mit der »Avifauna Baden-Württemberg« wird erstmals die Biologie der Vogelarten Baden-Württembergs umfassend dargestellt. Das Werk enthält die detaillierten Kenntnisse über die Verbreitung, Bestandsentwicklung, Fortpflanzung, Wanderungen und Ernährung aller Brutvogelarten. Darüber hinaus steht ein großes Material quantitativer Daten zum Vorkommen durchziehender und überwinternder Arten zur Verfügung.

Die Flechten Baden-Württembergs

Verbreitungsatlas

Von Dr. Volkmar Wirth, Stuttgart. 528 Seiten mit 408 Farbfotos und 860 Arealkarten. Leinen mit Schutzumschlag DM 78,-

Mit diesem Atlas wird erstmals die Verbreitung der gesamten Flechtenflora eines größeren Gebietes dokumentiert. Die Arealkarten sind das Ergebnis einer gleichmäßigen systematischen Durchforschung des Gebietes. Viele Karten ermöglichen Aussagen über die Belastung der Luft. Zahlreiche Arten sind in diesem Atlas erstmals im Foto dargestellt.

In Vorbereitung sind die Werke:

Die Schmetterlinge Baden-Württembergs

Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs



**Das umfassende Standardwerk
über heimische Wildbienen. Über 500 Bienenarten,
496 Farbfotos, 396 Verbreitungskarten.
Allgemeiner Teil: Lebensräume, Verhalten,
Nestbauten, Nahrungspflanzen, Gefährdung und Schutz.
Spezieller Teil: Die Gattungen und Arten.**

ISBN 3-8001-3307-5